

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

А. К. Бродский

**Введение в проблемы
биоразнообразия**

Иллюстрированный справочник



ИЗДАТЕЛЬСТВО С.-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

2002

УДК 502.2.3
ББК 28.088
Б88

Рецензенты:

доктор биол. наук, академик РАН А.Ф. Алимов (ЗИН РАН);
доктор биол. наук Г.А. Носков (СПбГУ);
доктор биол. наук В.Ф. Левченко (ИЭФИБ РАН)

Бродский А.К.

Б88 Введение в проблемы биоразнообразия. Иллюстрированный справочник. –
СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 2002. 144 с.
ISBN 5-288-03006-5

Справочное издание

Андрей Константинович Бродский

**ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ СПРАВОЧНИК**

Редактор *Т.Н. Пескова*

Компьютерная верстка: *В.Б.Панкратов, Л.А.Лосин*

Обложка *М.Н.Новикова*

Лицензия ИД № 05679 от 24.08.2001

Подписано в печать хх.01.2002. Формат 70x100 1/16

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 11,7.

Тираж 3 тыс. экз.

Заказ хххх

Издательство СПбГУ. 199034, С.-Петербург, Университетская наб., 7/9

Типография Издательства СПбГУ.

199061, С.-Петербург, Средний пр., 41

© А.К. Бродский, 2002
© Издательство
С.-Петербургского
университета, 2002

ISBN 5-288-03006-5

Дорогие читатели!

Перед вами – первое в России иллюстрированное изложение основ биоразнообразия. Что это за понятие, почему изучению биоразнообразия уделяется столь большое внимание, какую роль оно играет в нашей жизни, как оно изменяется, что или кто ему угрожает и что необходимо сделать для того, чтобы замедлить его разрушение, – вот те вопросы, на которые я постарался ответить в этой книге в надежде, что сведения, приведенные здесь, помогут вам по-новому взглянуть на все то, что нас окружает и осознать одну очень простую истину: «Мы – лишь небольшая часть природы». Наше благополучие зависит от того, сумеем ли мы в ближайшем будущем найти «общий язык» с миллионами видов живых существ, населяющих Землю, или мы обречены на вечную конфронтацию, на борьбу, в которой не будет победителей. Спасение животного и растительного мира актуально сейчас как никогда. Международные соглашения в этой области часто не выполняются. Мы должны сохранить исчезающие виды и среду их обитания. Мы должны, наконец, доказать самим себе, что мы еще в состоянии повлиять на окружающую среду и спасти природу от гибели.

Как создавалась эта книга

Около трех лет тому назад Санкт-Петербургский государственный университет получил лицензию на образование по специальности 013100 – Экология. В соответствии с этой лицензией три факультета: биолого-почвенный, геологический, географии и геоэкологии приступили к обучению студентов по новой специальности, ориентируясь при этом на специфический для каждого факультета круг проблем. Так, на биолого-почвенном факультете было принято решение о подготовке специалистов в области сохранения биоразнообразия. В итоге была создана новая учебная программа «Биоразнообразие и охрана природы». Знакомство студентов первого курса с проблемами биоразнообразия начинается с курса лекций «Введение в специализацию». Представленные в наглядной форме и снабженные иллюстрациями темы курса легли в основу данной книги.

Еще одним стимулом для написания книги стало почти полное отсутствие в отечественной литературе популярно изложенных материалов по биоразнообразию. Такое положение вещей едва ли можно считать нормальным, тем более что за рубежом существует широкий спектр изданий, посвященных биоразнообразию, – от капитального труда «Global Biodiversity Assessment» до брошюры «Biodiversity: Questions and Answers...». Идея изложить материалы курса в доступной широкому читателю форме, снабдив их поясняющими схемами, рисунками и фотографиями, была с энтузиазмом воспринята моими коллегами. Основной акцент при этом был сделан на иллюстрациях, а тексту отводилась роль развернутой подрисуночной подписи.

В книге использованы иллюстрации (рисунки, схемы, фотографии) из следующих источников: **1.** Biological Diversity in Sweden. A Country Study. Monitor 14. 1994. **2.** Arctic Flora and Fauna. An Introduction to biodiversity, status, and conservation. 2000. **3.** Natural Woodlands in the Nordic Countries. Nord. 1998. **4.** Девственный лес – лес под угрозой в Финляндии. Лесная служба Финляндии. 1997. Используются слайды автора, Л. А. Лосина, О. И. Суминой и М. С. Боч. Теперь, когда основная работа с рисунками позади, я хочу поблагодарить всех, кто оказал неоценимую помощь в подготовке книги: Е. А. Новикову, Л. А. Лосина, Д. А. Славинского, М. В. Кудрявцеву. Моя особая благодарность В. Б. Панкратову за верстку книги и дизайн некоторых рисунков. В книге (стр.94) с любезного разрешения В. Е. Панова использованы оригинальные материалы по видам-вселенцам: www.zin.ru/projects/invasions.

Предисловие: выбор темы

В ставшем модным в последнее время слове «парадигма» (от греч. *paradeigma* – пример, образец или система форм одного и того же слова) заключен философский смысл смены отношения людей к окружающему миру: глядя на него, мы в первую очередь различаем то, что близко сердцу, созвучно нашему настроению. Вот уже более 20 лет я читаю лекции по общей экологии. За это время тревога за будущее человечества привела к возрастанию интереса к этой науке и при этом резко изменилось настроение аудитории. Любому преподавателю, читающему лекции по той или иной дисциплине, известно, что лучшим показателем актуальности излагаемого материала служит внимание слушателей. Если в классической экологической триаде *организмы – взаимодействие – окружающая среда* раньше наше внимание было приковано в основном к проблемам окружающей среды, то на рубеже веков на первый план выходят проблемы сохранения биоразнообразия. Под влиянием все возрастающих антропогенных нагрузок на среду и в результате быстрого развития негативных процессов общественное экологическое сознание за короткий срок «шагнуло» от «уверенности в своих силах» к осознанию «зависимости нашего будущего от судьбы многих видов животных и растений, населяющих Землю».

Развитие современной цивилизации до недавнего времени было по своей природе потребительским: мы использовали окружающую среду с максимальной нагрузкой, не заботясь о последствиях. Массовое нарушение и даже уничтожение природных систем «подрывает» видовое разнообразие – необходимое условие стабильности биосферы. Мы создали систему, основанную не на равновесии, а на чрезмерной эксплуатации воды, почвы, биоресурсов, энергии. Тот факт, что мы стоим на пороге очередного важного «эволюционного события», которое определит дальнейшее развитие жизни на Земле, заставляет нас с особым вниманием отнестись к тому, что происходит вокруг нас, и сделать свой выбор. Если наш выбор будет состоять в том, чтобы научиться контролировать свою всепоглощающую мощь и создать устойчивую систему, где будет соблюдаться равновесие между всеми обитающими на Земле видами, то, очевидно, господствующей общественной парадигмой XXI века должна стать идея сохранения биоразнообразия.

Введение: что такое биоразнообразие

В последние годы биоразнообразие стало культовой концепцией. С момента подписания в 1992 году многими государствами Конвенции о биологическом разнообразии на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (Бразилия) это понятие получило широкое международное звучание. С тех пор концепцию биоразнообразия используют в своих целях правительства разных стран, государственные и общественные организации, средства массовой информации. Без ссылок на необходимость сохранения биоразнообразия не обходится ни одна крупная политическая акция. В повседневной деятельности каждого жителя планеты все чаще возникают ситуации, заставляющие задумываться о значении биоразнообразия в нашей жизни. Фактически концепция биоразнообразия приобрела глобальное значение – с научными аспектами здесь тесно переплетаются экономические и социальные проблемы.

«Биоразнообразие» часто используют в качестве краткой формы термина «биологическое разнообразие». Известный биолог и автор многих книг Е. Уилсон определил биоразнообразие как саму суть жизни. И он прав: без разнообразия нет жизни. Биоразнообразие означает разнообразие всего живого на Земле – от генов до экосистем. Оно включает миллионы видов животных, растений и микроорганизмов, населяющих все уголки планеты: океаны, реки, озера, сушу, почвы. Но оно также включает все разнообразие организмов – от микроскопических водорослей и мельчайших беспозвоночных животных до гигантских мамонтовых деревьев, высота которых превышает 100 м, и таких крупных животных, как слоны и киты.

Биоразнообразие есть везде, где есть жизнь: в арктической тундре, во внешне безжизненной пустыне, но наиболее разнообразна жизнь в тропических экосистемах. На одном гектаре тропического леса произрастает 100–200 различных видов деревьев. Здесь растительный слой достигает в высоту 50 м, а отдельные деревья поднимаются над ним на 20–30 м. В однообразных на первый взгляд зарослях тропического леса можно на небольшой площади различить до десятка видов растений, скрывающихся от наших глаз еще большее число видов животных. Термиты строят свои термитники, начиная с глубоких слоев почвы и кончая ветвями крупных деревьев. В густой листве прячутся ящерицы-анолисы и порхают колибри.



Приоритеты расставлены...

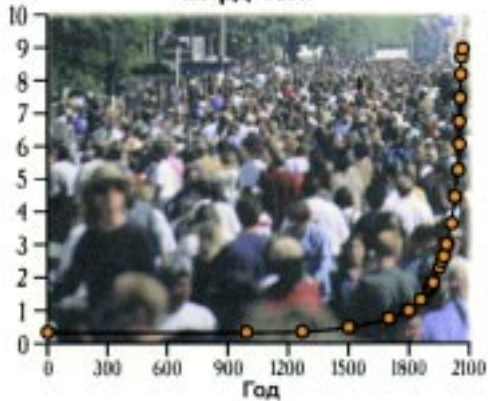
Обратная сторона прогресса

В современном мире экологические проблемы по своему общественному значению вышли на одно из первых мест, оттеснив даже опасность ядерной войны. Бурное развитие хозяйственной деятельности привело к интенсивному, часто разрушительному воздействию на окружающую среду. Влияние человека на природу происходит как путем преобразования сложившихся в течение тысячелетий естественных систем, так и в результате загрязнения почв, вод, воздуха. Создалась реальная угроза для биоразнообразия планеты.

Последние 150 лет население Земли росло и продолжает расти феноменальными темпами, взрывообразно. Цифры говорят сами за себя. Рост населения Земли сопряжен с усилением воздействия на природные системы, разрушением *местообитаний*, которые служат прибежищем многим видам животных и растений. Сведение лесов и опустынивание территорий происходит катастрофически быстро. Мы регулируем сток рек, разрабатываем месторождения полезных ископаемых и очищаем территории под сельскохозяйственные культуры. Строительство дорог, прокладка труб и иные формы освоения территорий неизбежно приводят к разрушению местообитаний и утрате экологическими системами своих естественных свойств. Сокращение численности видов приводит к обеднению генетического разнообразия, без чего невозможна *адаптация* к меняющейся среде. Это касается и домашних животных, и культурных растений. Деградация окружающей среды происходит все возрастающими темпами.

Сам того не ведая, человек содействует потеплению климата и тем самым изменению местообитаний многих видов. Некоторые виды, оказавшись неспособными приспособиться к быстро меняющейся среде, покидают территорию или попросту вымирают. И в том и в другом случае видовое разнообразие природных систем уменьшается. С другой стороны, глобальное потепление климата сопровождается расширением *ареала* некоторых видов, среди которых встречаются переносчики таких опасных для человека болезней, как малярия и энцефалит. Несмотря на усилия и огромные средства, направленные на предотвращение отрицательных последствий антропогенного воздействия на природу, общий тренд неблагоприятных изменений сохраняется.

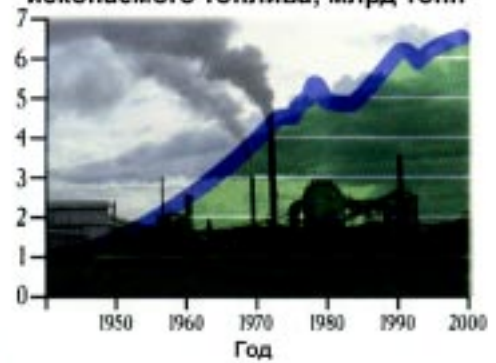
Численность населения Земли, млрд чел.



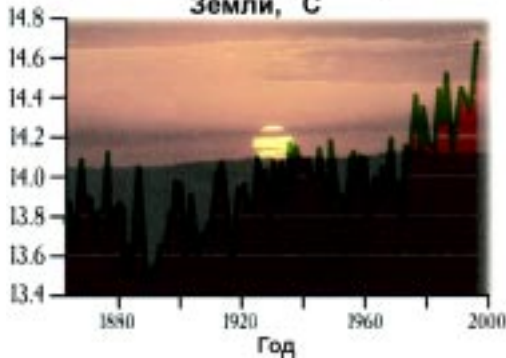
Темп сведения лесов, %



Выбросы углерода в атмосферу в результате сжигания ископаемого топлива, млрд тонн



Средняя температура поверхности Земли, °C



Человек действует быстрее, чем природа

Быстрый рост населения Земли сопровождается истощением природных ресурсов, загрязнением почв, вод, атмосферы и разрушением естественных местообитаний. Меняется скорость многих естественных процессов. В результате деятельности человека возрастает скорость разрушения почвы, ее перемещения, что приводит к развитию оврагов и утрате пахотных земель. Человек в 80 раз ускоряет цикл обращения ртути, создавая угрозу для жизни многих животных и своей собственной. Единственно, в чем человек уступает природным силам, так это в том, что из-за неконтролируемого освоения территорий и сведения лесов сокращается общий объем фотосинтеза и падает биологическая *продуктивность* в планетарном масштабе. Во всем остальном человек явно опережает природу. Заметнее всего сказывается влияние человека на скорость вымирания животных и растений. Ни одному виду не гарантирована вечная жизнь. Ископаемые остатки свидетельствуют о том, что в процессе *естественного отбора* виды образуются в определенном месте земного шара, а затем расселяются, дают начало новым видам и в большинстве случаев вымирают. Ученые зарегистрировали пять случаев массового вымирания видов с того момента, как на Земле появилась сложная органическая жизнь. И каждый такой случай был следствием крупной естественной катастрофы, как, например, вымирание доминантных групп динозавров, последовавшее за столкновением Земли с крупным метеоритом около 65 млн лет тому назад.

С катастрофической быстротой исчезают дождевые тропические леса, в которых обитает практически половина из существующих ныне видов животных и растений. В большинстве случаев леса сначала вырубаются с целью получения твердой древесины, затем вслед за лесозаготовителями по уже проложенным ими дорогам идут первые поселенцы, которые расчищают остатки леса. Обедненная после вырубки леса почва, оставшись без растительного покрова, подвергается интенсивной эрозии, заболачивается и окончательно теряет продуктивность.

Некоторые ученые полагают, что мы сейчас переживаем очередной этап массового вымирания видов, и что основная причина этого – воздействие человека на Землю. В сравнении с предыдущими периодами массового вымирания, сегодня потеря видов значительно превосходит все те, что были раньше. Иными словами, каждый год мы теряем больше видов, чем когда-либо ранее за тот же период.



Конвенция о биологическом разнообразии

Конференция ООН по окружающей среде и развитию, состоявшаяся в Рио-де-Жанейро (Бразилия) 3–4 июня 1992 года, принадлежит к числу наиболее значительных событий современности. Идея проведения такой конференции вынашивалась в кругах общественных и политических деятелей, озабоченных ухудшением состояния природной среды Земли. Внимание участников конференции сосредоточилось на обсуждении путей устойчивого развития человечества; в результате они приняли три важных решения и две конвенции. Конвенция о биологическом разнообразии была подписана представителями Европейского Союза и 153 государств. Впоследствии еще 14 стран примкнуло к этой Конвенции, обеспечив ей тем самым широкую международную поддержку.

Цели Конвенции о биологическом разнообразии декларировались следующим образом: «Сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и справедливое распределение доходов от использования генетических ресурсов». Достижение последней из поставленных целей возможно лишь при определенном характере взаимоотношений между странами (страны Юга), которые владеют генетическими ресурсами, и странами (страны Севера), которые, обладая высоким техническим потенциалом и современными технологиями, создают из этих ресурсов продукты потребления. Таким образом, Конвенция не только концентрирует внимание на сохранении биоразнообразия, но и определяет условия успешного решения этой проблемы.

В дополнение к Конвенции о биологическом разнообразии страны, которые участвовали в работе конференции, приняли ПРОГРАММУ ДЕЙСТВИЙ в XXI веке, известную как *Повестка дня на 21 век*. Важной частью данного документа стала рекомендация направлять деятельность в рамках Конвенции в первую очередь на выявление состояния биоразнообразия и потенциальных угроз ему в каждой из стран, признающих ценности, провозглашенные на конференции в Рио-де-Жанейро, и принятую программу действий. Разнообразие видов животных и растений служит важным индикатором (показателем) устойчивого развития территории, так как многообразие птиц, поющих в весеннем лесу, богатая фауна местных водоемов надежнее всяких экспертиз свидетельствуют о ее благополучном состоянии.

**Конференция ООН
по окружающей среде и развитию
Рио-де-Жанейро (Бразилия)
3-4 июня 1992 года**

3 важных решения:

- **ДЕКЛАРАЦИЯ** по окружающей среде и развитию (Декларация Рио)
- **ДОЛГОСРОЧНАЯ ПРОГРАММА** действий в глобальном масштабе (Повестка дня на 21 век)
- **ПРИНЦИПЫ** рационального использования, сохранения и освоения всех видов лесов (Лесные принципы)

2 конвенции:

- о биологическом разнообразии
- об изменении климата

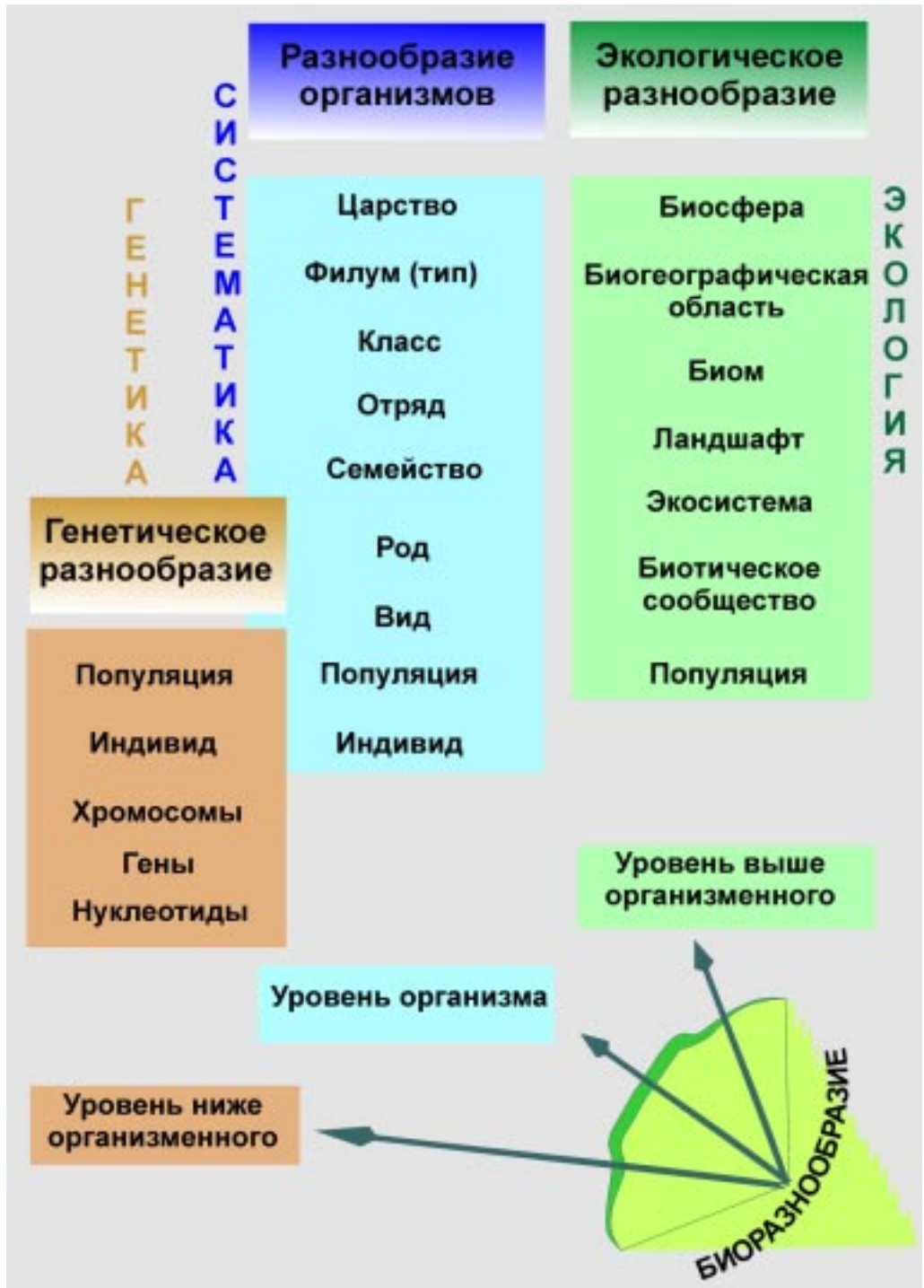
Биологическая наука о биоразнообразии

Структура и уровни биоразнообразия

Биологическая наука изучает четыре главнейших феномена: жизнь, организм, *биосфера* и биоразнообразие. Организация живой материи включает три блока, которые соответствуют трем основным уровням: 1) ниже организменного, 2) организменный и 3) выше организменного. Первый объединяет молекулярную, клеточную, тканевую и органную системы организации, второй соответствует организменной системе организации, а третий включает популяционно-видовую систему, экологическую систему и биосферу. Биоразнообразие пронизывает каждый из трех основных уровней: без разнообразия органических молекул нет жизни, без морфологического и функционального разнообразия клеток, тканей, органов, а у одноклеточных *органелл* – нет организма, без разнообразия организмов не может быть экосистем и биосферы. Очевидно, что никакие биологические процессы невозможны вне биосферы и экосистем. Отсюда берут начало три ветви биоразнообразия: генетическое, видовое и экологическое. Каждая ветвь подразделяется на уровни, обладающие своими особенностями и составляющие предмет изучения таких биологических наук, как генетика, систематика и экология. Ветви тесно переплетаются, и каждая из них необходима для существования жизни на Земле в том виде, в каком мы ее знаем. Разнообразие организмов (биоразнообразие на таксономическом уровне, или видовое разнообразие) – важнейший показатель состояния биосферы и составляющих ее экосистем.

Биологическое разнообразие представляет собой уникальную особенность живой природы. Именно благодаря ему создается структурно-функциональная организация экологических систем, обеспечивающая их стабильность во времени и устойчивость к изменениям внешней среды, в том числе и в результате антропогенных воздействий.

На уровне выше организменного биоразнообразие определяет существование различных экосистем и ландшафтов. В природе не бывает однородных местообитаний. Виды животных и растений, встречающихся в двух совершенно разных экологических системах, например в черном ольшанике и заболоченном ельнике, могут различаться очень незначительно, однако в разных местообитаниях они образуют совершенно разные связи и формируют различные сообщества, чем достигается еще большее разнообразие на уровне экологических систем.



Видовое разнообразие: множество форм жизни

Когда мы говорим о биоразнообразии, то прежде всего имеем в виду множество видов животных, растений, грибов и микроорганизмов. Каждый вид образуют особи, настолько генетически близкие друг к другу, что они свободно скрещиваются и дают плодовитое потомство. В то же время особи одного вида не могут свободно скрещиваться с особями другого. Биологи классифицируют виды, то есть относят особей к тому или иному виду, только после тщательного изучения их особенностей и будучи уверенными в том, что они действительно репродуктивно изолированы друг от друга.

Трудности, связанные с описанием новых для науки видов, заставляют нас с осторожностью оценивать их общую численность. Число видов животных и растений, известных науке, возросло с 11 тыс. во времена К. Линнея до 2 млн в наши дни и продолжает расти. Постоянно ученые описывают и называют новые виды животных, растений и микроорганизмов. 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.

Вид образован совокупностью *популяций* особей, сходных по существенным признакам строения и жизнедеятельности, способных при скрещивании между собой давать плодовитое потомство, также имеющие характерные для данного вида признаки. Все особи, принадлежащие к одному виду, обладают сходным обликом и одинаковыми приспособлениями к среде обитания. В то же время особи разных видов различаются по внешнему облику, поведению, физиологии, благодаря чему мир наполнен разными красками, звуками и формами. Однако мест, где можно встретить богатое видовое разнообразие, не так много: животные обычно ведут скрытый образ жизни, а в лесу мы подчас видим лишь большое число деревьев одного вида. И все же коралловый риф или разнотравный луг позволяют убедиться в разнообразии форм жизни. Видовое разнообразие здесь как бы выставлено напоказ, создавая богатую палитру жизни.

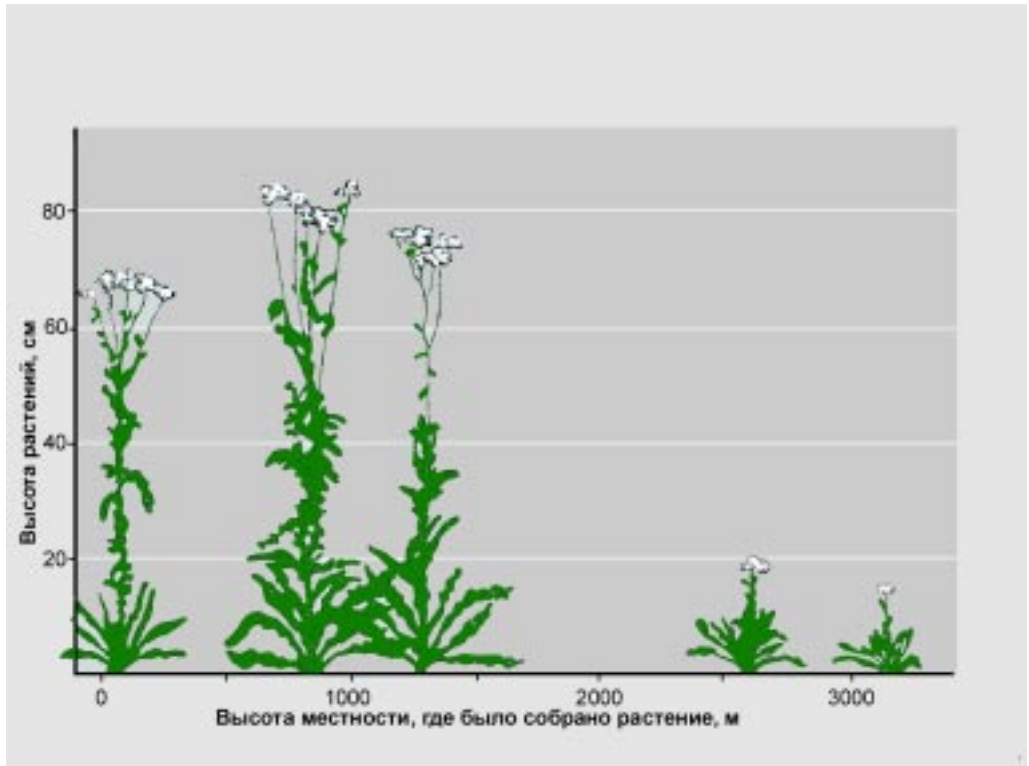


Генетическое разнообразие: множество разных лиц

Термин биоразнообразие означает нечто большее, чем просто видовое разнообразие. Значительно разнообразие и внутри самого вида, то есть генетическое разнообразие. Каждая особь вида обладает множеством генов, являющихся источником ее характерных черт: например, огромное количество индивидуальных признаков человеческих лиц отражает генетическую особенность каждого индивида. Генетическое разнообразие – основа непрерывности эволюционного процесса: в условиях меняющейся среды одни особи получают больше шансов оставить потомство и, следовательно, передать свои гены по наследству по сравнению с теми, кто хуже приспособлен к среде. Особи же, вносящие наибольший относительный вклад в численность производимого потомства, оказывают и наибольшее влияние на его наследственные признаки.

Бесчисленны примеры изменения и образования видов в природе. Например, отдельные экземпляры тысячелистника, растения из семейства сложноцветных, произрастающие в горных районах на различной высоте, заметно различаются по высоте стебля и продуктивности семян. Растения, выращиваемые на высоте, близкой к уровню моря, из семян, собранных от растений с различной высоты, сохраняли на протяжении нескольких поколений различия своих диких предков. Такие различия в адаптациях у растений из разных областей и разных местообитаний, несомненно, расширяют пределы экологической устойчивости многих видов.

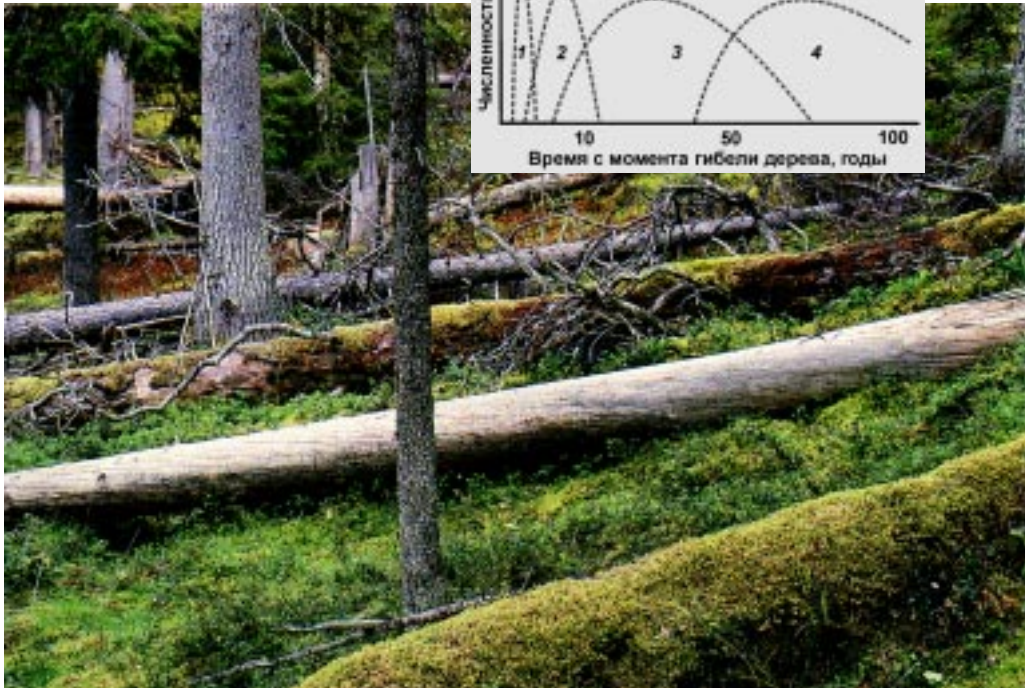
Вот уже 12 веков люди, наблюдая за особенностями животных и растений, выделяют те их черты, которые наиболее полезны для человека. С помощью *искусственного отбора* человек давно выводит сорта культурных растений и породы домашних животных, но только в нашем столетии в селекционной работе произошел качественный скачок, связанный с использованием генной инженерии. С помощью этого метода в нашей жизни появляются генетически модифицированные растения и животные. Предпринимаются попытки создать «супер-деревья» – быстро растущие, устойчивые к гниению, гербицидам, атакам насекомых. Большое внимание уделяется также выведению генетически модифицированных пород домашних животных. Создавая *трансгенные* сорта растений и породы животных, не следует забывать об опасности неконтролируемого природой изменения свойств растений и животных.



Экологическое разнообразие: окружающая среда в непрерывном развитии

Жизнь на Земле демонстрирует широкое разнообразие не только генов и видов. Группа особей одного вида (внутри которой особи могут обмениваться генетической информацией), занимающая определенное пространство и действующая как часть биотического сообщества, образует популяцию. Популяция одного вида взаимодействует с популяциями других видов, и все вместе они образуют то, что ученые называют *биотическим сообществом*. Биотическое сообщество в свою очередь взаимодействует с физической средой, обеспечивая непрерывный поток веществ; так образуются круговороты *питательных веществ*, энергию для которых поставляет Солнце. Биотическое сообщество вместе с физической средой его обитания образует *экологическую систему*. В структуре и функции экосистемы воплощены все виды активности организмов, входящих в данное биотическое сообщество: взаимодействие с физической средой и друг с другом. Однако организмы живут для самих себя, а не для того, чтобы играть какую-либо роль в экосистеме. Свойства экосистемы слагаются благодаря деятельности входящих в нее растений и животных.

Одно из основных свойств экосистем – их динамизм. Наблюдение над полем, заброшенным на несколько лет, показывает, что его последовательно завоевывают сначала многолетние травы, затем кустарники и, наконец, древесная растительность. Упавшее от старости дерево становится ареной жизни для многих видов жуков, сменяющих друг друга в зависимости от степени разложения упавшего ствола. Первыми его заселяют виды, питающиеся корой (1). В результате их деятельности создаются условия для появления видов, живущих под корой на поверхности ствола дерева (2), что ускоряет процесс разложения древесины и появление видов, обитающих внутри разлагающегося ствола (3). В окончательно сгнившей древесине поселяются виды (4), отсутствовавшие на более ранних этапах. Каждый последующий этап заселения ствола длится дольше, чем предыдущий, и характеризуется более полным использованием разлагающейся древесины. Лишь в отдельные промежутки времени удается зарегистрировать представителей обоих сменяющих друг друга сообществ. Благодаря их совместной деятельности за 100–150 лет древесина упавшего ствола оказывается полностью утилизированной.



Разнообразие ландшафтов: след человека в природе

Одной из составных частей природной среды является рельеф земной поверхности, существующий в своей непрерывной изменчивости на границе трех природных оболочек, или сфер, нашей планеты – земной коры, или *литосферы*, *атмосферы* и *гидросферы*. Земная поверхность с ее рельефом – живописными или суровыми горами, обширными равнинами, по которым плавно извиляются реки, барханами и песчаными грядами пустынь, высокогорными ледниками – представляет собой арену жизни, одну из главнейших составляющих биосферы.

Чем разнообразнее условия окружающей среды в данном регионе, чем больше времени в распоряжении организмов для эволюционных преобразований, тем разнообразнее здесь их видовой состав. Рельеф и геологическое строение могут создать разнообразие условий в пределах областей с однородным климатом. В холмистой местности ее наклон и экспонированность определяют температуру и содержание влаги в почве. На крутых склонах почва хорошо дренируется, что нередко приводит к недостатку влаги для растений, хотя в близлежащих низинных местах почва насыщена влагой. В *аридных областях*, в поймах и по руслу рек часто можно видеть хорошо развитые лесные сообщества, резко контрастирующие с окружающей пустынной растительностью. На теплых и сухих склонах холма, обращенных на юг, растут иные древесные породы, нежели на холодных и влажных северных. Холмистый рельеф часто ассоциируется с красотой ландшафта, а это означает, что здесь соседствуют богатые и разнообразные сообщества. Живописный пейзаж всегда вызывает восхищение. В этом одна из причин того, почему горы или берега излюбленных водоемов служат местом массового паломничества любителей природы.

Всякий ландшафт на земном шаре претерпевает изменения под действием климатических условий. Огромно влияние на них растительного мира. Ландшафты во всем их разнообразии формировались на протяжении многих тысячелетий и в результате деятельности человека. Они непрерывно изменяются благодаря постоянным поискам эффективных форм землепользования и добычи полезных ископаемых. Человек строит города и прокладывает дороги. Таким образом, ландшафты состоят из ряда природных и культурных элементов. Они воплощают в себе коллективную память природы и тех, кто ее населяет, образуя сложный элемент окружающей среды.

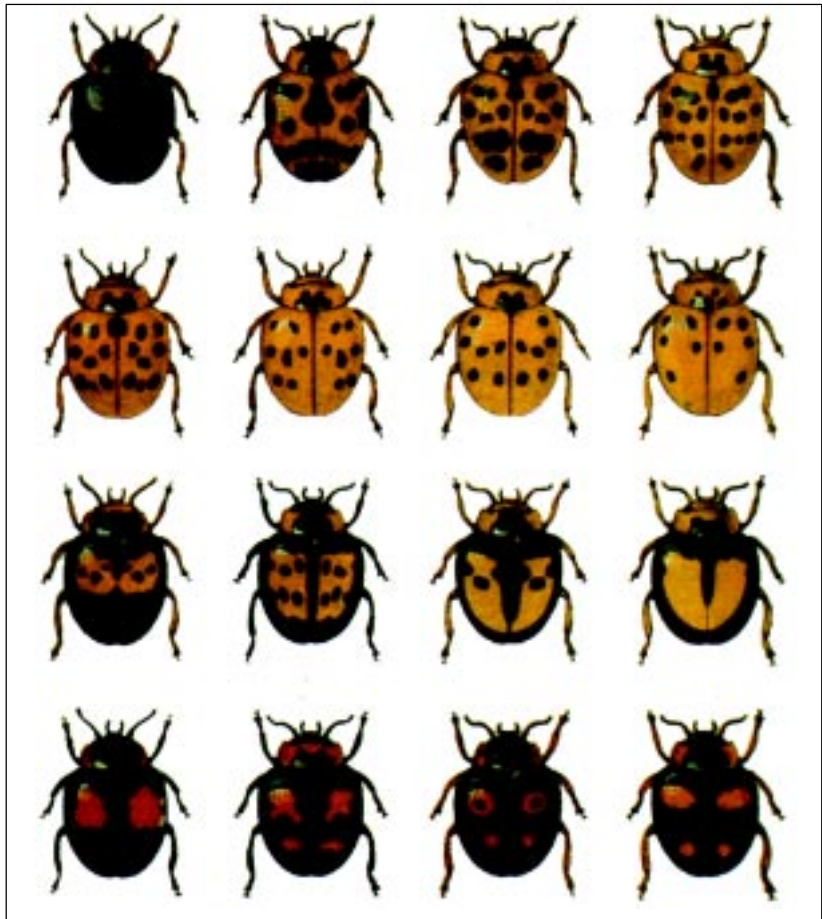
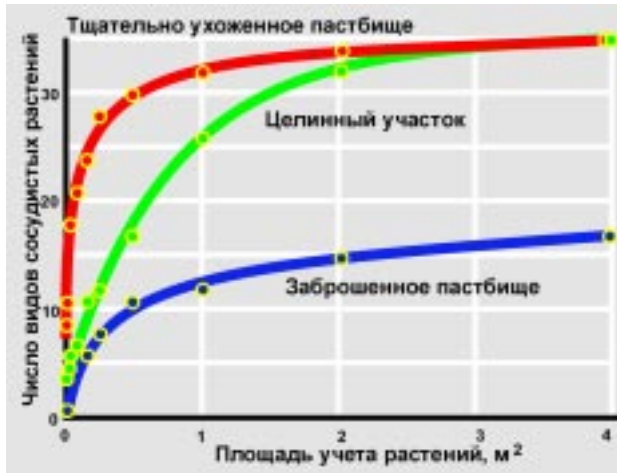


Можно ли измерить биоразнообразие

Инвентаризация разнообразия на уровне экосистем часто выполняется с помощью аэро- или спутниковой фотосъемки. Это позволяет составить полную картину разнообразия экосистем и особенностей ландшафтов, а также сделать предварительные выводы о возможном видовом разнообразии. Для более точной оценки разнообразия на видовом уровне необходимо определение *видового богатства*, то есть учет всех видов, встречающихся на данной территории. Однако очевидно, что чем больше территория, тем большее число видов исследователю удастся зарегистрировать, поэтому при оценке видового богатства необходимо учитывать частоту встречаемости видов. Так, на площади в 4 м² на тщательно ухоженном пастбище произрастает 35 видов *сосудистых растений*. Такое же количество видов можно найти на той же площади целинного участка, однако если сузить площадь поиска до 1 м², то нам удастся зарегистрировать только 25 видов растений, так как многие виды встречаются здесь реже. На заброшенном пастбище многие сосудистые растения исчезают, поэтому уровень видового богатства здесь ниже, чем на участке целинного луга.

Попытки описать структуру сложного природного сообщества одним-единственным показателем, таким как видовое богатство, несостоятельны из-за потери при этом ценной информации о редкости одних видов и обычности других. *Индекс (показатель) видового разнообразия* учитывает как общее число видов в сообществе, так и соотношение обилия разных видов. Его рассчитывают, определяя для каждого вида долю его особей в общей численности особей сообщества.

Измерить разнообразие на генетическом уровне сложнее. Для этой цели традиционно используют внешние наследственные признаки видов. На основании этих признаков внутри вида выделяют дискретные группировки особей. Такого рода индивидуальная изменчивость носит название *полиморфизма*. Например, на надкрыльях божьих коровок имеются пигментные узоры, характерные для каждой особи. Этот вид распространен широко, он встречается в Сибири, Китае, на Корейском полуострове, в Японии. В Западной и Центральной Сибири преобладают черные особи, а далее на восток популяция становится более полиморфной, в ней все чаще встречаются желтые с черными пятнами жуки.



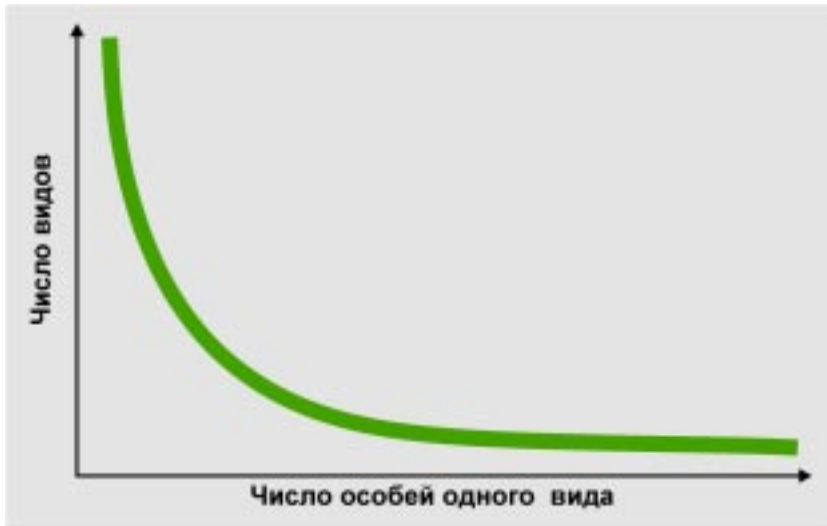
Закономерности видового разнообразия

Закономерность первая: любое сообщество состоит из большого числа редких видов и немногих видов с высокой численностью

Видовое разнообразие биотического сообщества определяют главным образом малочисленные редкие виды. Зависимость между числом видов и их численностью, то есть числом особей одного вида, описывается вогнутой кривой. Обычно в состав сообщества входит несколько видов с высокой численностью и множество редких видов, то есть видов с небольшой численностью. Первые называются *видами-доминантами*; они занимают в экосистеме главенствующее положение и оказывают на свойства экосистемы определяющее влияние, в связи с чем их еще называют средообразующими видами. Вторые не играют заметной роли, встречаются редко, но зато таких видов много, и именно они определяют видовое разнообразие экосистемы, от которого, в свою очередь, зависят многие ее свойства.

Доминирование отчетливее проявляется там, где условия среды экстремальные: в пустыне, тундре. Иными словами, регулирующая роль в сообществах с экстремальными условиями распределена между меньшим числом видов. Так, на севере лес может на 90 % состоять из деревьев одного или двух видов, в тропическом лесу, напротив, доминантами по тому же критерию могут быть более десяти видов деревьев. В свою очередь, в богатом сообществе создаются условия для развития разнообразных связей между видами, которые со временем перерастают в глубокие взаимные адаптации, стабилизирующие сообщество и повышающие его устойчивость.

Влияние, которое оказывают виды-доминанты на свойства экосистемы, обуславливается их численностью, размером особей, *продукцией*. Так, среди видов, особи которых крупные (например, деревья), доминантами будут наиболее крупные деревья, а на лугу, где особи мелкие (травянистые растения), доминантами будут наиболее обильно представленные виды. Обилие – всего лишь один из способов оценки относительной значимости видов, но все же важный, особенно в луговых сообществах. Цветущий луг обязан своей красотой немногим видам доминантных растений, обильно покрывающим землю. Таких видов может быть один, два или три, но они растут повсюду и определяют столь знакомый нам облик лугового сообщества.

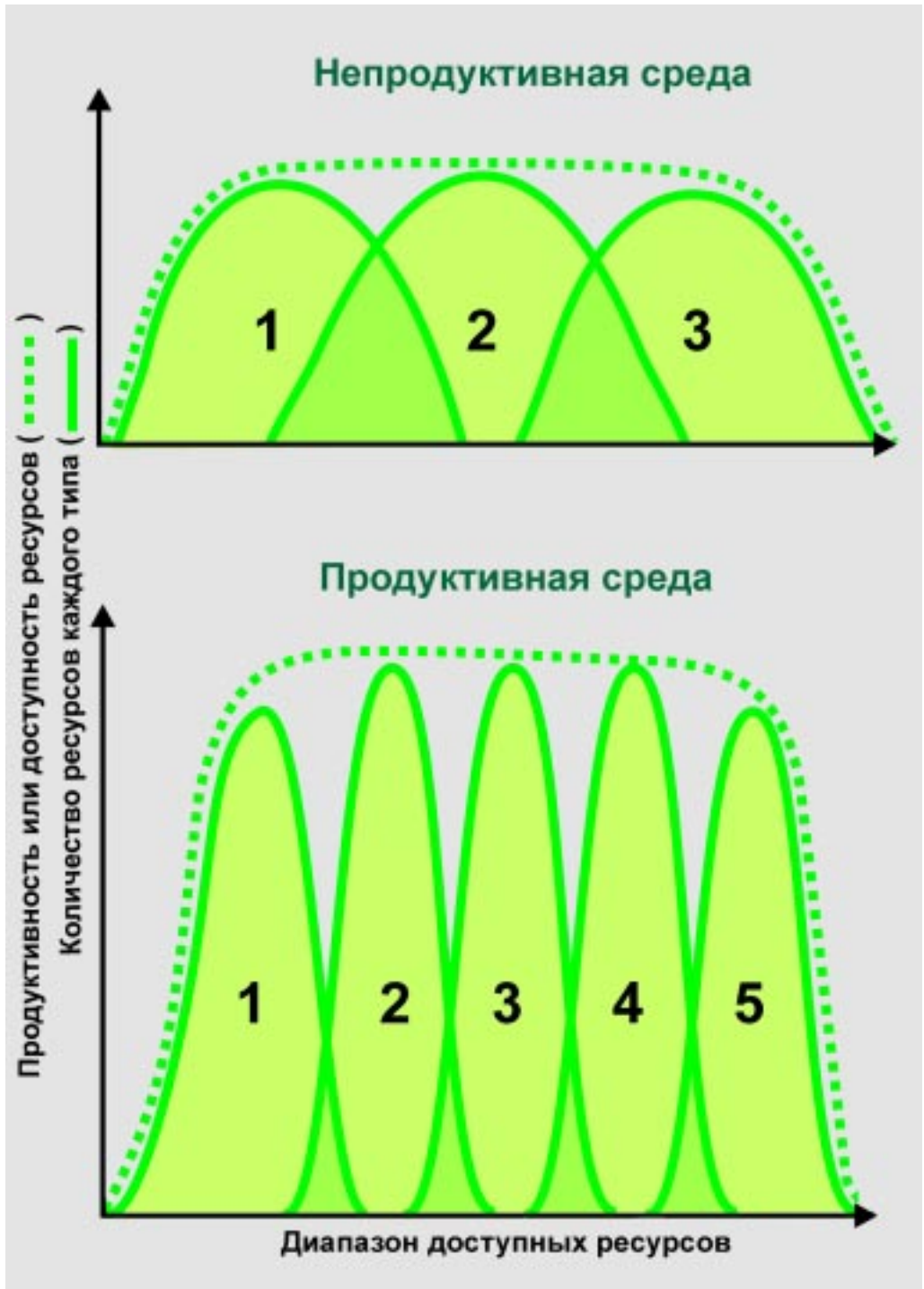


Закономерность вторая: более продуктивная среда способна обеспечить совместное существование большего числа видов

Существенное влияние на увеличение числа видов в сообществе оказывает продуктивность среды. В тех местообитаниях, где пищи мало, животные не могут игнорировать различные типы жертвы; там же, где ее много, они могут быть более прихотливыми и имеют возможность ограничить свой рацион только наилучшими пищевыми объектами. Следовательно, в более продуктивных местообитаниях, то есть там, где «плотность пищи» высока, выбор шире и поэтому возможность для специализации больше, чем в менее продуктивных средах. Поскольку каждый вид использует только часть общего количества ресурсов, одинаковый диапазон доступных ресурсов в более продуктивной среде дает возможность существовать большему числу видов.

В приведенном примере все сегменты под кривыми имеют приблизительно одинаковую площадь (равную произведению количества ресурсов на его диапазон). В непродуктивной среде отдельные виды должны иметь широкие ниши, и поэтому вместе может существовать только три вида, тогда как в более продуктивной среде число видов возрастает до пяти. Это возможно еще и потому, что в низкопродуктивных местообитаниях количество некоторых ресурсов не обеспечивает существования вида, а в продуктивных их хватает для успешного его существования. Например, в пустыне, где на одном гектаре отмечено лишь одно муравьиное гнездо, вряд ли будет жить популяция ящериц, специализированных на питании одними муравьями; вместе с тем в другой, более богатой местности, где на одном гектаре насчитывается несколько муравьиных гнезд, такая популяция ящериц может успешно существовать.

Корреляция между видовым богатством и продуктивностью сообщества наглядно видна на примере зависимости числа видов семеноядных муравьев от уровня атмосферных осадков в пустынях юго-запада США. В этих аридных областях продукция семян растет параллельно с увеличением количества осадков. В свою очередь, в местах с наибольшим количеством осадков среди муравьев много крупных (потребляющих крупные семена) и очень много мелких (питающихся мелкими семенами) видов. По-видимому, в более продуктивных сообществах либо шире размерный диапазон семян, либо их так много, что могут прокормиться дополнительные виды муравьев.

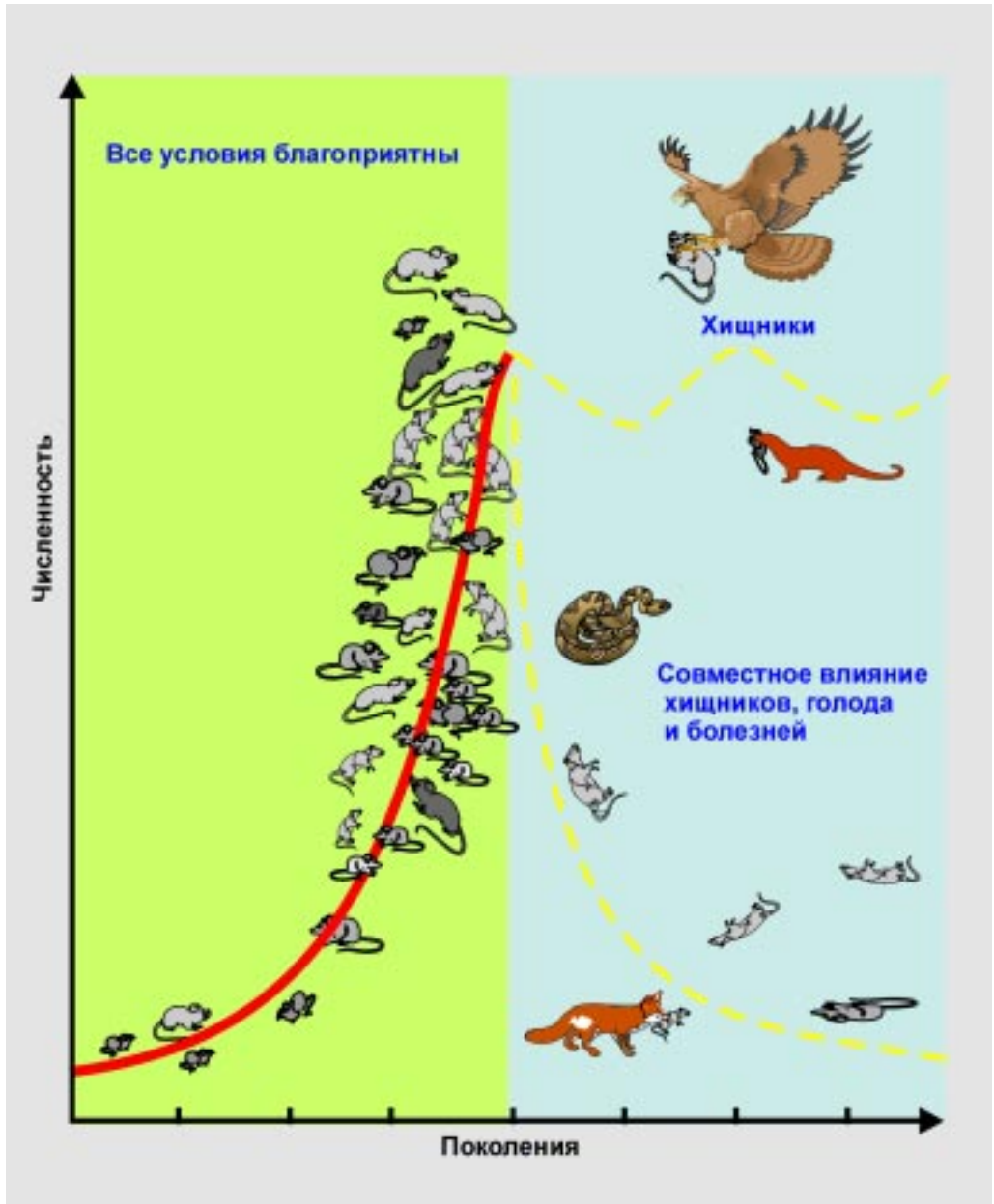


Закономерность третья: наиболее богатые видами сообщества более устойчивы

Сложность организации экосистемы обусловлена количеством видов живых организмов, то есть их разнообразием. Чем больше видов животных и растений в сообществе, тем сложнее и многообразнее связи между ними. Большое видовое разнообразие сообществ означает более длинные *пищевые цепи*, большее число контактов между особями, более активное взаимодействие между ними, такое как хищничество, паразитизм, симбиоз и др. Кроме того, видовое разнообразие обеспечивает многократное дублирование пищевых цепей на уровне видов, так как многие виды растений используются в пищу не одним, а сразу несколькими видами растительноядных животных; от них пищевые цепи тянутся к хищникам, которые в богатом видами сообществе представлены несколькими видами, и т.д.

Многие организмы способны быстро увеличивать свою численность при благоприятных условиях среды. Кривая роста численности в таких случаях имеет вид экспоненты; говорят, что происходит взрыв численности, или *популяционный взрыв*. Однако быстрый рост численности одного вида не приводит к нарушению установившихся в сообществе связей, так как в богатой видами экосистеме многочисленные хищники, а также голод и болезни «возвращают» численность популяции на исходный уровень. При этом некоторые хищники выступают как регулирующий фактор, то есть они способны реагировать на рост популяции своей жертвы по принципу отрицательной обратной связи: чем выше плотность популяции жертвы, тем выше активность хищников. В результате численность популяции жертвы резко снижается (нижняя кривая), после чего может наступить новый популяционный взрыв.

В ряде случаев, однако, роль хищников в регуляции численности жертвы иная. Во-первых, хищники, уничтожая старых и больных животных, способствуют тем самым улучшению среднего качественного состава популяции жертвы. Во-вторых, из-за низкого темпа размножения многие хищники не в состоянии значительно влиять на численность своей жертвы. В итоге действие хищников приобретает постоянный характер, не зависящий от плотности популяции жертвы. Численность популяции жертвы колеблется незначительно (верхняя кривая), а все сообщество в целом сохраняет устойчивость.



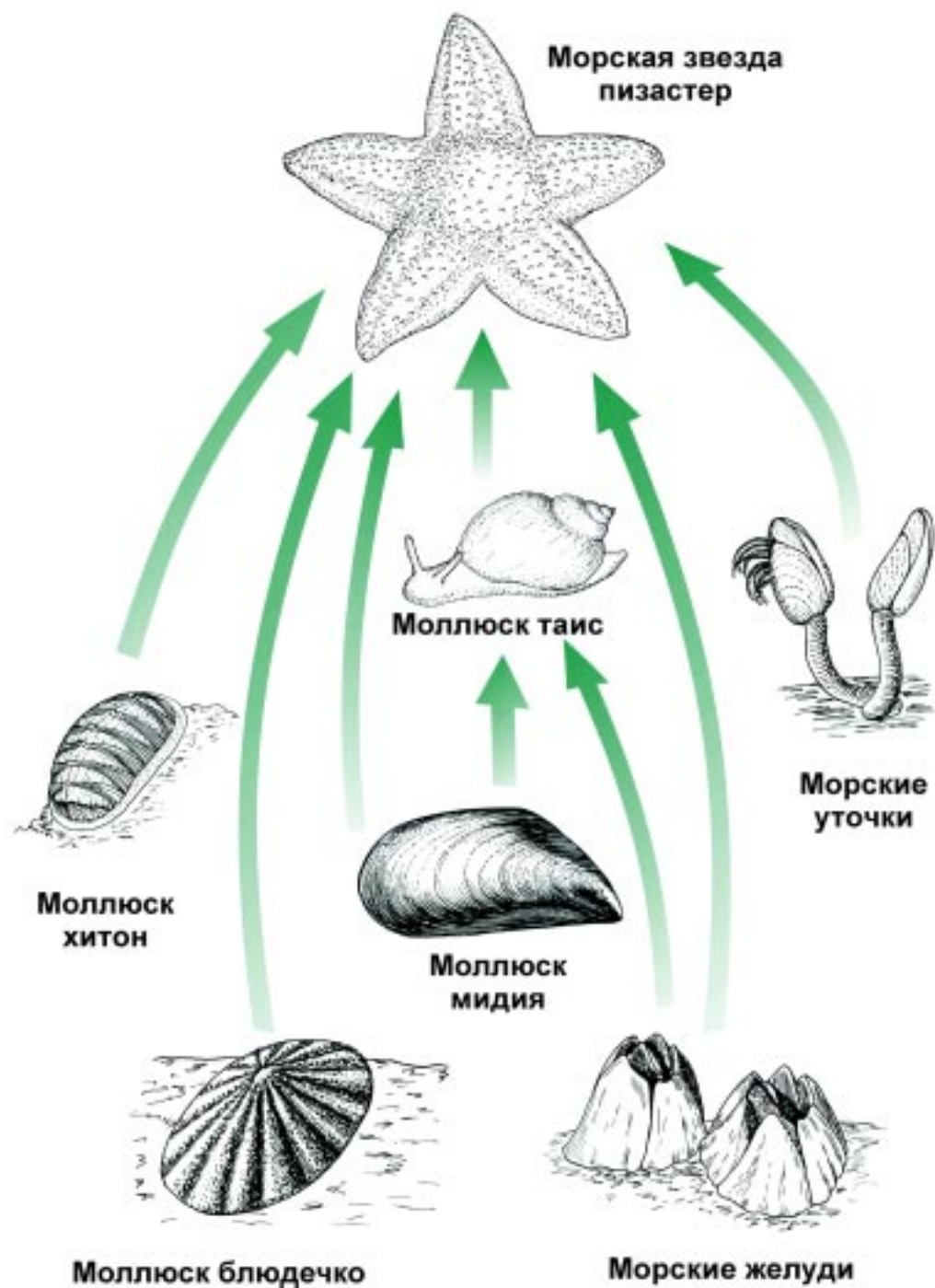
Закономерность четвертая: избирательное хищничество повышает видовое разнообразие

Большое влияние на видовое разнообразие сообщества оказывают связи между организмами, занимающими соседние звенья в пищевых цепях. Интенсивный выпас или активное хищничество существенно снижают видовое разнообразие травостоя или популяций жертв. В то же время умеренное хищничество часто снижает плотность видов-доминантов, давая тем самым возможность менее конкурентоспособным видам более полно использовать пространство и другие ресурсы, в результате чего видовое разнообразие в экосистеме возрастает. Так, на скалистой *литорали* атлантического побережья США хищная морская звезда *пизастер* питается в основном мидиями, благодаря чему на субстрате постоянно открываются свободные от мидий участки, которые заселяют другие беспозвоночные, в иных условиях не выдерживающие конкуренции с мидиями. Поэтому там, где обитают морские звезды, видовое разнообразие беспозвоночных почти вдвое больше, чем там, где морских звезд нет.

Искусственное удаление из сообщества морских звезд привело к ярко выраженным последствиям. В течение первых нескольких месяцев морские желуди успешно расселялись, затем их стали теснить мидии, которые в конце концов стали доминировать. Моллюски-соскабливатели (хитоны и блюдечки) из-за ограниченности пространства и отсутствия пищи мигрировали на другие участки. В целом изъятие морских звезд привело к сокращению числа видов с пятнадцати до восьми.

Пасущиеся копытные, выедавая наиболее массовые виды трав, поддерживают определенный видовой состав и структуру травостоя. В условиях африканской саванны в Серенгети зебры поедают высокую траву; тем самым они делают доступным для антилоп гну нижележащий ярус растительности. Выедание травы этого яруса благоприятствует росту еще более низкорослой растительности, которую поедают газели Томпсона. Таким образом, жизнедеятельность в этих сообществах травоядных копытных становится важнейшим условием сохранения большого видového разнообразия саванны.

Правительство Дании оплачивает фермерам острова Борнхольм содержание овец. Их выпас способствует поддержанию высокого видového разнообразия внутренних лугов острова.



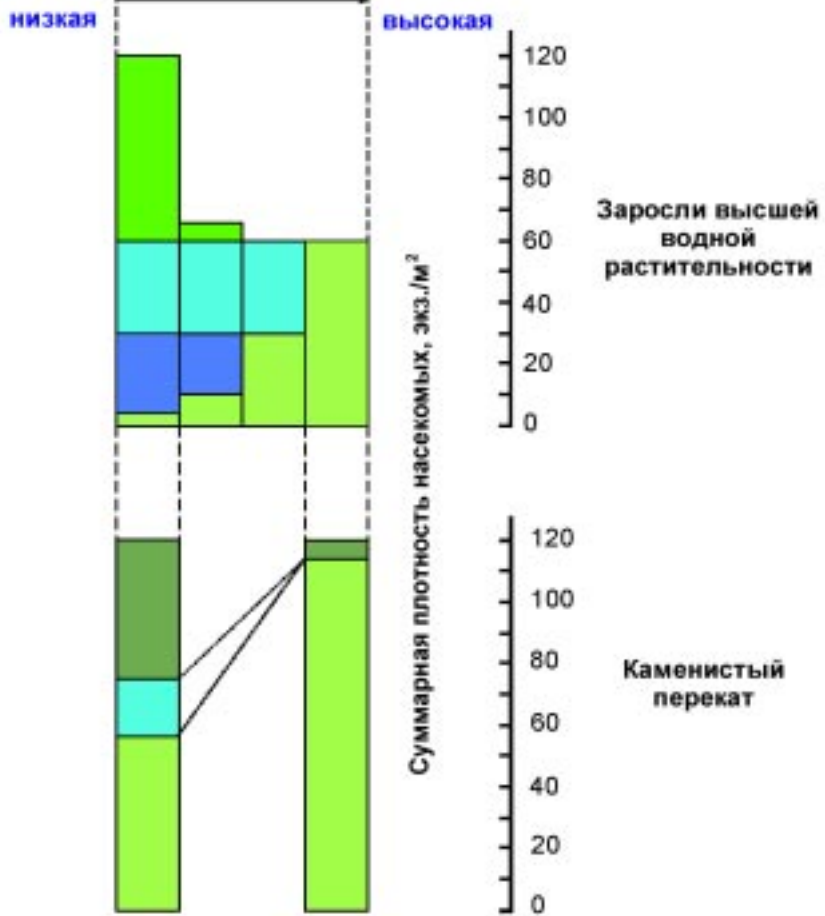
Закономерность пятая: под влиянием стресса уменьшается число редких видов и сокращается видовое разнообразие

Под влиянием стресса, то есть сильного неблагоприятного внешнего воздействия, в экосистеме уменьшается количество редких видов и возрастает численность видов, устойчивых к стрессу. Иными словами, усиливается доминирование этих видов. В итоге для экосистем, испытавших стресс, характерна бедность видового состава.

В качестве стресса может выступать любое сильное нарушение среды, в том числе и ее загрязнение. В загрязненных экосистемах видовое разнообразие всегда ниже, чем в ненарушенных. Отсюда следует, что изменение уровня разнообразия видов в экосистеме может служить индикатором загрязнения среды. В результате нефтяного загрязнения реки изменяется характерное для нее число разных видов и нарушается их соотношение. Если нефтяное загрязнение реки незначительно, то в зарослях высших водных растений встречается не менее четырех видов насекомых. При сильном загрязнении остается лишь один массовый вид – поденка *Baetis vernus*, устойчивая к загрязнению. Этот же вид представлен наименьшим числом особей в чистой реке. На каменистом перекате по сравнению с зарослями высшей водной растительности обитает меньшее число видов; оно становится еще меньше в условиях сильного нефтяного загрязнения.

Аналогичная картина наблюдается для агроценозов. Распашка и освоение целины в оренбургских степях привели не только к резкому уменьшению числа обитающих там видов (135 вместо 312), но и к существенному увеличению числа особей на 1 м² пахотного горизонта (314 вместо 159). В наибольшей степени возросла численность традиционных вредителей сельского хозяйства: серой зерновой совки и пшеничного трипса, тогда как многочисленные ранее муравьи стали исключительно редкими. Сократилась также численность других видов, лишившихся из-за посевов пшеницы привычных местообитаний. Кроме того, поля, засеянные одной культурой, в отличие от богатых видами луговых сообществ часто подвергаются массированному нашествию полчищ насекомых-вредителей. Многие опаснейшие вредители сельскохозяйственных культур, не встречая в нарушенных экосистемах естественных врагов, наносят им непоправимый урон.

Степень нефтяного загрязнения реки



Поденка
Valdes venetus



Поденка
Lepophlebia lunata



Ручейник
Phryganea bipunctata



Веснянка
Amphinemura staudfussi



Прочие виды поденок,
ручейников, веснянок, стрекоз,
вислокрылок и личинки жуков

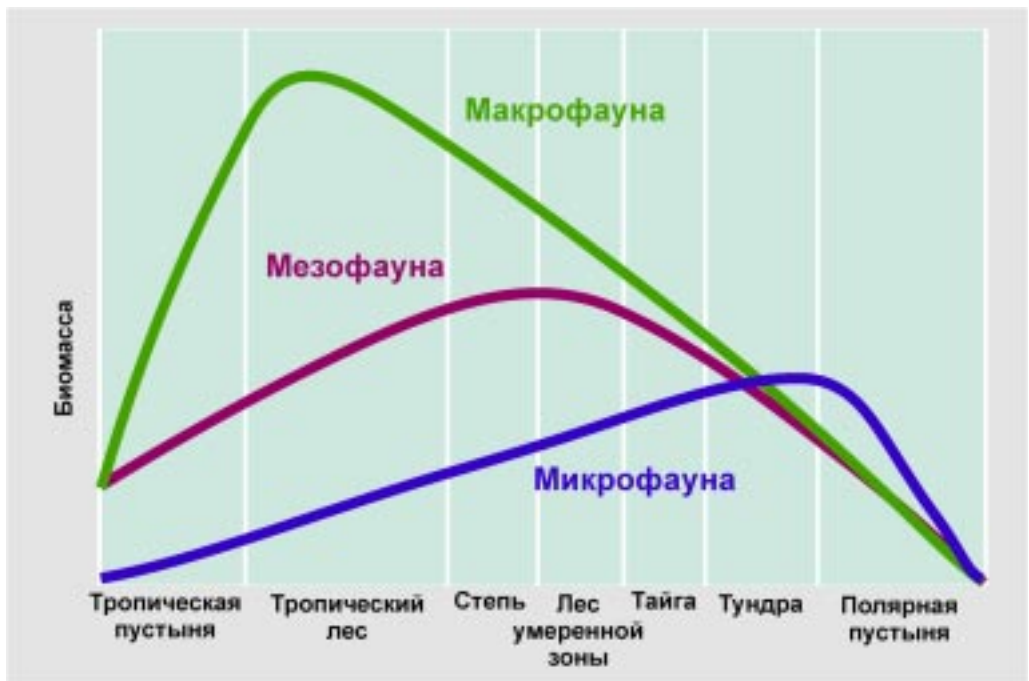
Где находится биоразнообразие

Биоразнообразие есть везде, где есть жизнь

Всюду, где существует жизнь, мы находим различные проявления биоразнообразия. Оно отмечается в крупных городах и в саду возле дома. Даже в тех местах, где человек вынужден прикладывать все силы для выживания, вроде самых сухих пустынь и суровых арктических ландшафтов, повсюду видны следы жизнедеятельности многочисленных видов животных и растений. Жизнь возможна в местах с любым сочетанием значений температуры и влажности, существующими на Земле, конечно, при условии, что влага доступна живым организмам.

Всюду, куда бы мы не бросили взгляд, можно увидеть многочисленные формы жизни. Животные, растения и микроорганизмы по-разному «решают свои жизненные проблемы»: они нападают на свою жертву, прячутся от хищников, защищаются от растительноядных животных, производят на свет потомство, но вся эта разнообразная деятельность слагается в конечном итоге в функционирование экосистемы, определяет ее структуру и свойства, а также способность противостоять изменениям среды. В этой вечной линии жизни имеют значение все, в том числе многочисленные мелкие формы растений, животных и микроорганизмы, присутствующие практически везде. Так, на участке почвы соснового леса, размером с подошву ботинка 44 размера, находится более сотни тысяч особей червей и членистоногих. На участке почвы площадью чуть более 250 см² обитает не менее 1500 ногохвосток и около 100 000 круглых червей.

Большое количество органического материала в почвах стабилизирует режим увлажнения и обеспечивает благоприятные условия для существования простейших, круглых червей и коловраток, которые обитают в окутывающей каждую частицу почвы пленке воды. Они обильно представлены в тундре и полярной пустыне, где формируют фауну самых мелких обитателей почвы. Этих животных очень мало в прогретых, сухих минерализованных почвах тропиков. В обогащенных органическим веществом почвах в лесах умеренной зоны поддерживается высокая численность популяций почвенных клещей, ногохвосток и дождевых червей, относящихся к мезофауне. Численность большинства других групп животных по мере продвижения к более засушливым тропикам уменьшается; там их замещают термиты, которые вместе с муравьями и мелкими рептилиями формируют макрофауну.



Ключ к пониманию современной картины биоразнообразия

В течение всей истории Земли на ней появлялись, переживали период своего расцвета и вымирали многие виды животных и растений. Ныне существующее число видов составляет, возможно, лишь тысячную часть общего количества видов, когда-либо населявших Землю. Более 200 млн лет тому назад, в конце Пермского периода, общее число видов морских животных сократилось почти на 90 %. Таким образом, современная картина биоразнообразия – это своего рода функция времени. Ключ к пониманию существующего разнообразия сообществ на нашей планете, смены флор и фаун может дать только ее геологическая история.

Взгляд в прошлое

Биогеография – наука о географическом распределении живых организмов. В ее задачу входят поиск закономерностей распространения растений и животных и объяснение причин того, как эти закономерности возникли в геологическом прошлом. Одно из наиболее грандиозных событий, определившее распределение животных и растений по поверхности Земли, – «дрейф» материков, которые изначально представляли собой большой, расположенный на юге участок суши. По мере того, как в растительном и животном царствах происходили крупные эволюционные события, популяции рассекались на отдельные части, а массивы суши пересекали целые климатические пояса. В условиях возникшей изоляции животный и растительный мир каждого континента развивался в значительной степени независимо, и на каждом материке постепенно формировался свой состав фауны и флоры, причем чем позднее в истории произошло разделение участков суши, тем большее сходство ученые обнаруживают у населяющих их животных и растений. Палеонтологические данные позволяют воссоздать грандиозную картину эволюции форм жизни, характерной чертой которой было многократное появление, расцвет и вымирание крупных групп животных и растений. Самая древняя из известных птиц, археоптерикс, оставила в глинистом сланце отпечаток, свидетельствующий о ее близости к пресмыкающимся. У нее были перья, но, вероятно, она была плохим летуном. Когти на крыльях помогали ей лазать по деревьям.

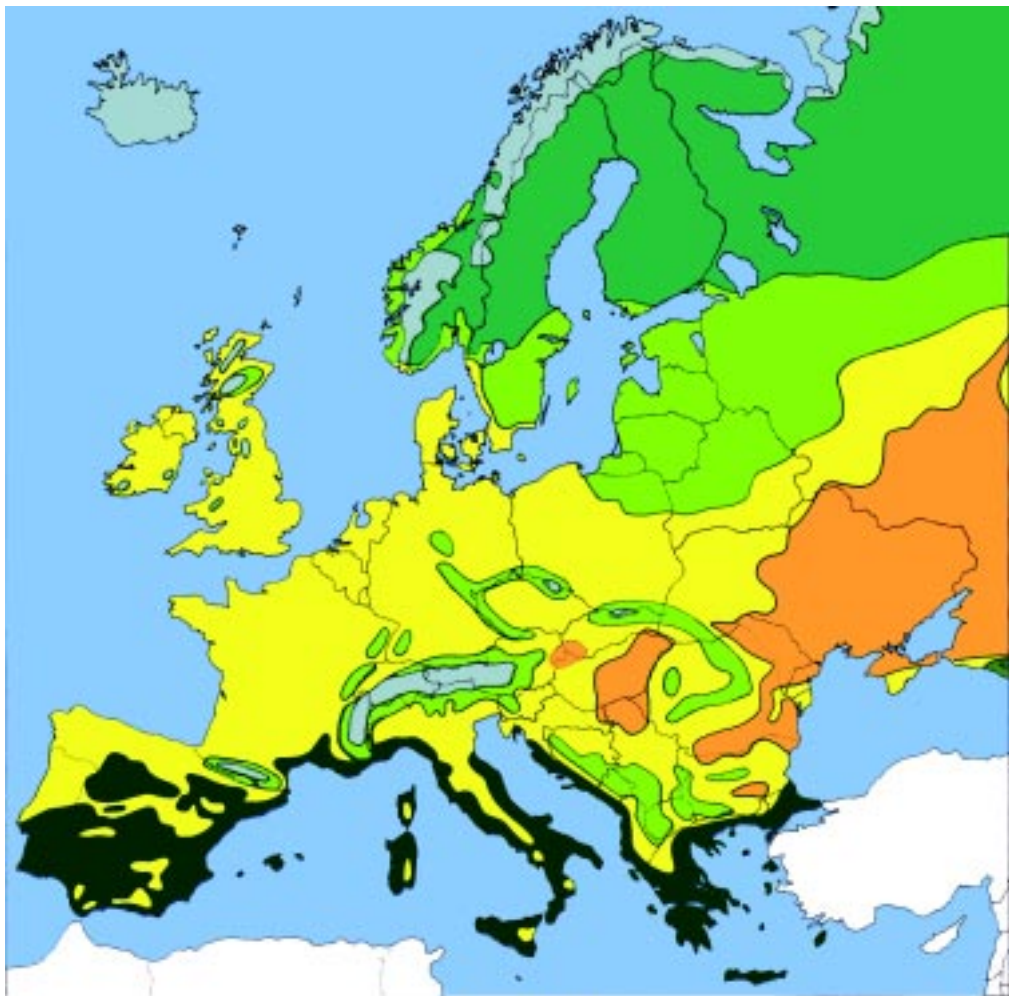


Ключ к пониманию современной картины биоразнообразия

Роль климата

Климат изменялся намного быстрее, чем передвигались массивы суши, и в современной картине географического распространения организмов многое отражает изменение климата. Влияние климата на распределение биоразнообразия по поверхности планеты наглядно видно на примере тех изменений, которые произошли в Европе в четвертичное время в течение ледникового и межледникового периодов. При максимальном развитии ледника Средняя Европа представляла собой тундру с карликовыми ивами, дриадами и камнеломками, а вся флора умеренного климата была вытеснена на юг. Потепление, наступавшее в межледниковые периоды, позволяло теплолюбивым растениям, в частности винограду, возвращаться в районы к северу от Альп, а теплолюбивой фауне, в том числе древнему слону и гиппопотаму, обосноваться в Европе.

Сменявшие друг друга периоды похолодания и потепления сформировали облик растительности Европы; при этом можно выделить несколько зон растительности. В каждой зоне наряду с характерным для нее типом растительности встречаются изолированные популяции растений и животных – своеобразные живые свидетели былой смены климата. Такие *виды-реликты* служат напоминанием о периодах холодного и теплого климата. Так, виды-реликты теплого времени встречаются на севере Европы, однако их распространение там ограничено небольшими участками с подходящими для жизни условиями, а реликты холодного климата заходят иногда далеко на юг от места основного распространения и обосновываются на территории, где еще сохраняются возможности для их роста и развития. Ареалы многих растений холодного климата характеризуются «пятнистостью», то есть они состоят из двух или более причудливо разбросанных обособленных участков. Там, где в таежной зоне имеется естественный геотермальный подогрев почвы, наблюдаются не характерные для нее реликтовые сообщества, обычные для регионов с более мягким климатом.



Тундра и альпийская зона
Тайга
Смешанные леса

Широколиственные леса
Степь
Чапарраль

Ключ к пониманию современной картины биоразнообразия

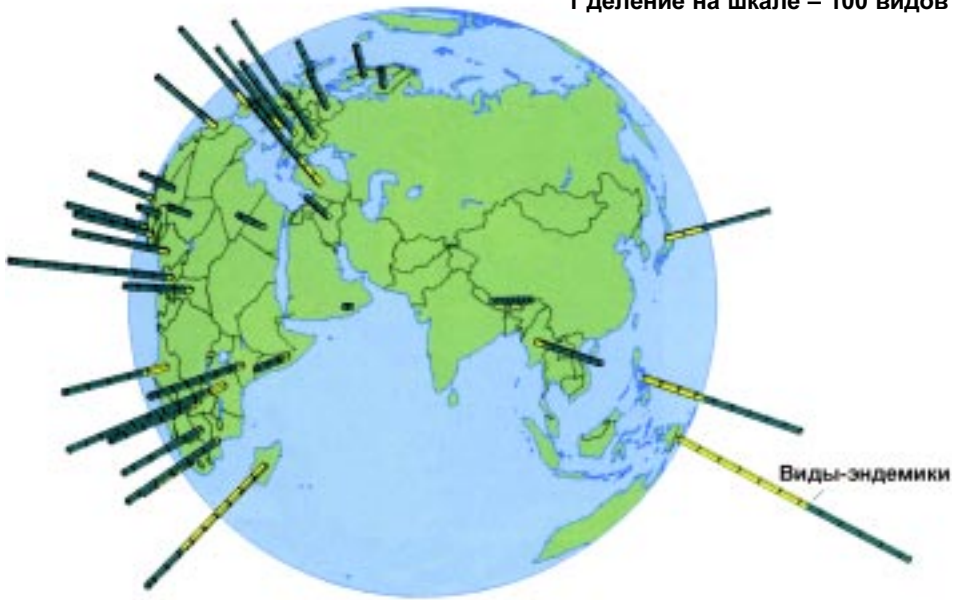
«Острова в океане»

Движение континентов продолжается и поныне, но происходит это крайне медленно. Значительно подвижнее животные и растения. Многие живые организмы пересекают морские проливы и преодолевают горные хребты, заселяя новые местообитания и формируя в них местные популяции. Интенсивность расселения организмов убывает с расстоянием, что приводит к «обедненности» видами островов, удаленных от материка. На каждом острове формируется характерный набор островных видов, которым пришлось не только преодолеть расстояние, отделяющее остров от материка, но и выдержать в конкурентной борьбе сопротивление видов, проникших на остров раньше. Часто следствием приспособления к новым условиям становится настолько сильная зависимость вида от конкретных условий обитания, что он уже не может существовать нигде больше. Такой вид называется *эндемиком*. Ограниченное специфическими условиями распространение делает его особенно уязвимым к любому нарушению среды.

Своего рода «острова» часто встречаются и в наземных ландшафтах. Участок леса, изолированный от крупного массива деревьев, можно расценивать как «островное местообитание». Такими же «островами» являются изолированные озера и вершины гор – все зависит от способности животных и растений преодолевать значительные расстояния. История расселения животных и растений, происходящего на фоне движения материков, горообразования и иных геологических событий в истории Земли, помогает создать картину современного распределения биоразнообразия по поверхности планеты. Представление о нем дает сравнение числа видов позвоночных животных и сосудистых растений в разных странах с приблизительно одинаковой по площади территорией. Геологическая история той или иной территории и связанная с ней смена климата определяют видовое разнообразие и характерное для данной страны число видов-эндемиков.

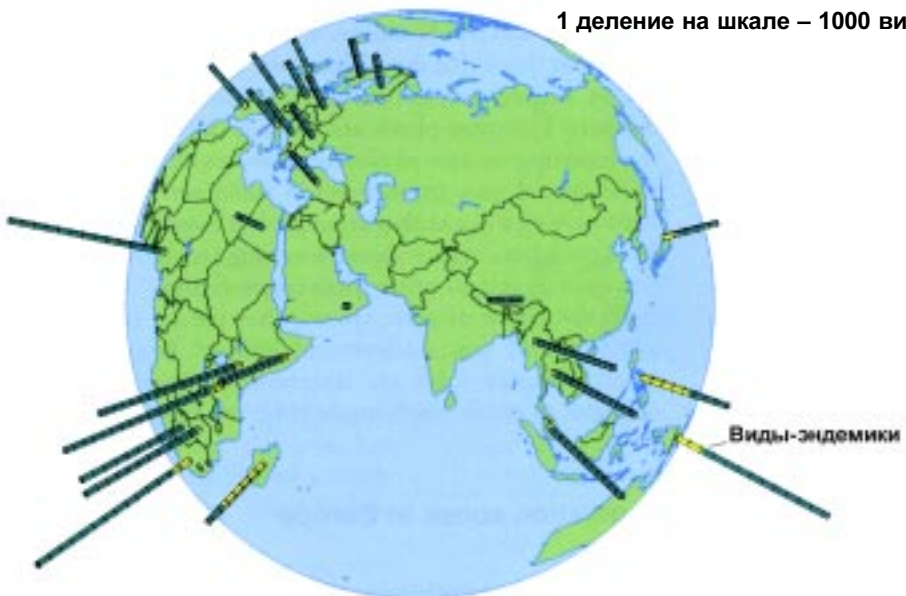
Число видов позвоночных животных (кроме рыб) в разных странах, сопоставимых по площади со Швецией (по данным 1990 года)

1 деление на шкале – 100 видов



Число видов сосудистых растений в разных странах, сопоставимых по площади со Швецией (то же)

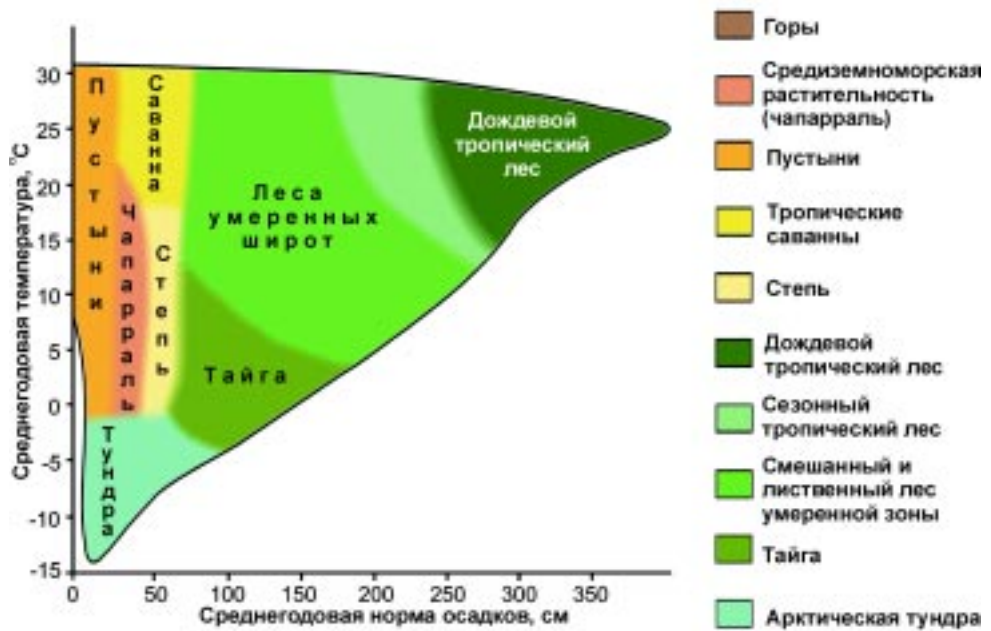
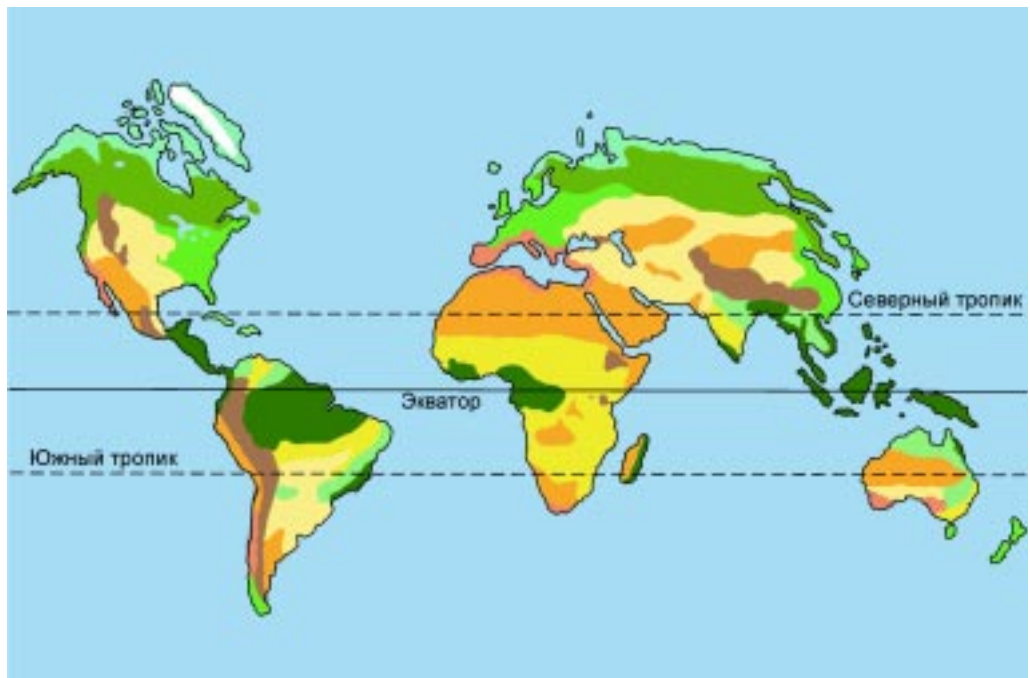
1 деление на шкале – 1000 видов



Лимитирующие факторы и биоразнообразие

Основополагающие биологические процессы – общие для всех без исключения живых организмов. Эти процессы достигают наибольшей эффективности при оптимальных значениях температуры, освещенности и т.п. Чем сильнее эти условия отклоняются от оптимума, тем менее успешно организмы приспосабливаются к окружающей среде. Именно этим объясняется тот факт, что в регионах с менее благоприятными условиями среды встречается меньшее число видов. Кроме того, в разных участках биосферы биоразнообразие лимитируется разными факторами. В пустыне жизнь ограничена недостаточным количеством воды. В открытом океане лимитирующим веществом часто служит железо, обычно присутствующее здесь в форме труднодоступной для организмов гидроокиси. В иных средах, например в почвах влажных районов, в озерах, окраинных морях, лимитирующим фактором чаще всего служит фосфор.

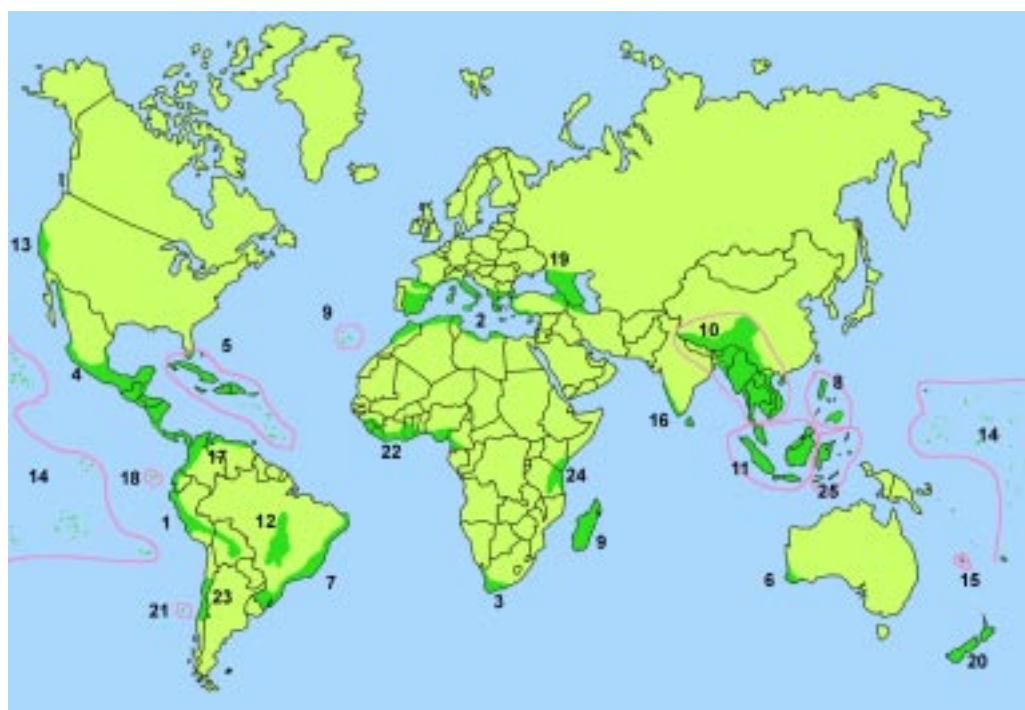
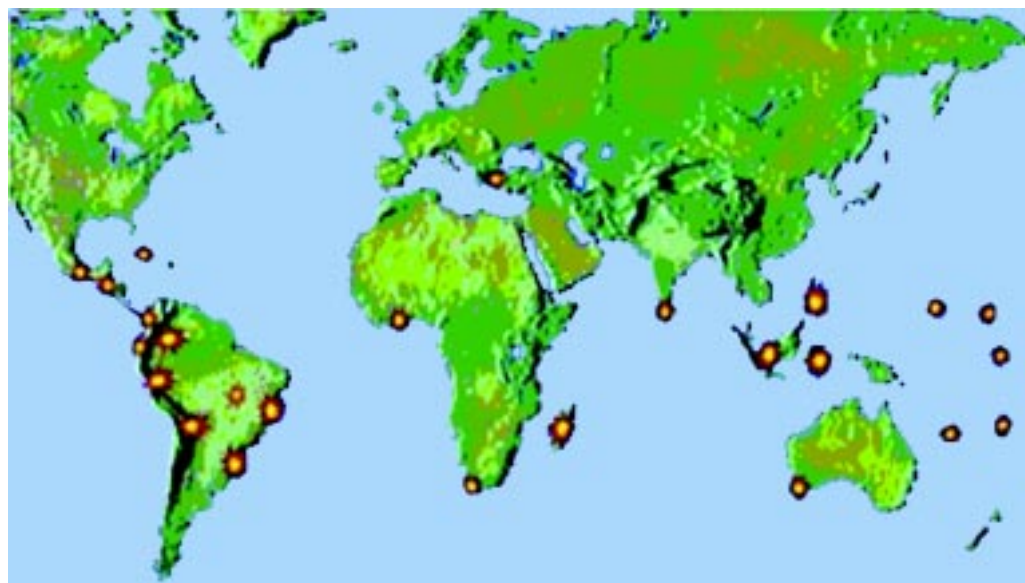
К числу наиболее важных лимитирующих факторов суши относятся температура и влажность. В зависимости от сочетания среднегодовой температуры и нормы осадков на суше выделяются сообщества, характерные для обширных климатических зон и называемые *биомами*. В зоне влажных тропиков, где круглый год тепло и много влаги, создаются благоприятные условия для развития самых богатых наземных сообществ – сообществ дождевого тропического леса. В случае ярко выраженной сезонности выпадения осадков развиваются сезонные тропические леса. Биом лесов умеренной зоны развивается в условиях умеренной влажности и температуры и тянется от сообществ смешанных хвойно-мелколиственных лесов до сообществ вечнозеленых широколиственных пород. В более засушливой части тропической и умеренной зон располагаются травяные сообщества: степи и саванны. Здесь создаются условия для периодических пожаров, которые уничтожают надземную часть многолетних травянистых растений, оставляя в неприкосновенности их обширную корневую систему. Дальнейшее уменьшение нормы осадков при высоких и умеренных среднегодовых температурах приводит к развитию пустынь. Чапарраль свойствен областям со средиземноморским климатом – мягким, с сырой зимой и засушливым летом. Сообщества чапарраля занимают обширные пространства в Средиземноморье и на западном побережье Северной Америки. При низких температурах развиваются тундровые сообщества. Влажная тундра переполнена водой, но, поскольку на протяжении большей части года эта вода остается замерзшей, она недоступна растениям.



«Горячие точки» биоразнообразия

На поверхности земного шара биоразнообразие распределено неравномерно. Существуют территории, где его уровень наиболее высок, тогда как в других местах разнообразие видов и сообществ значительно ниже. Обсуждая стратегию сохранения биоразнообразия, английский эколог Н. Майерс выделил территории, которые, по его мнению, нуждаются в особом внимании. Эти территории получили название «горячих точек» биоразнообразия. Для выделения этих территорий было предложено три критерия: 1) высокий уровень видового разнообразия сосудистых растений, 2) высокий процент эндемичных видов растений и 3) наличие угрозы разрушения местообитаний этих видов в результате деятельности человека. При таком подходе выделяются территории, суммарная площадь которых составляет менее 2 % общей площади суши, но на которой встречается около 40 % видов растений и более 25 % видов животных. Большинство «горячих точек» расположено в Латинской Америке, в бассейне Карибского моря, на северо-востоке Средиземноморья, в Африке, южной и юго-восточной Азии и в Австралии.

Использование видового разнообразия растений в качестве основного критерия для выделения «горячих точек» неизбежно приведет к тому, что большинство таких территорий окажется в тропической зоне. Наибольшее разнообразие амфибий и насекомых, однако, зарегистрировано в районах, уровень биоразнообразия которых не совпадает с максимумом видового разнообразия растений. Это обстоятельство, а также необходимость охраны наряду с наиболее эксплуатируемыми территориями наименее затронутых деятельностью человека, девственных районов земного шара стало основой для выделения 25 участков суши, где концентрация биоразнообразия наиболее высокая. Особого внимания заслуживают участки земной поверхности, служащие единственным и последним пристанищем для эндемичных видов. Строго говоря, любая «горячая точка» представляет собой обширную территорию определенной конфигурации, простирающуюся в основном вдоль окраин континентов. Там же расположены тектонические районы земного шара, где энергия геологических сил порой приводит к образованию гигантских трещин и возникновению гейзеров и горячих источников. Все в природе взаимосвязано.

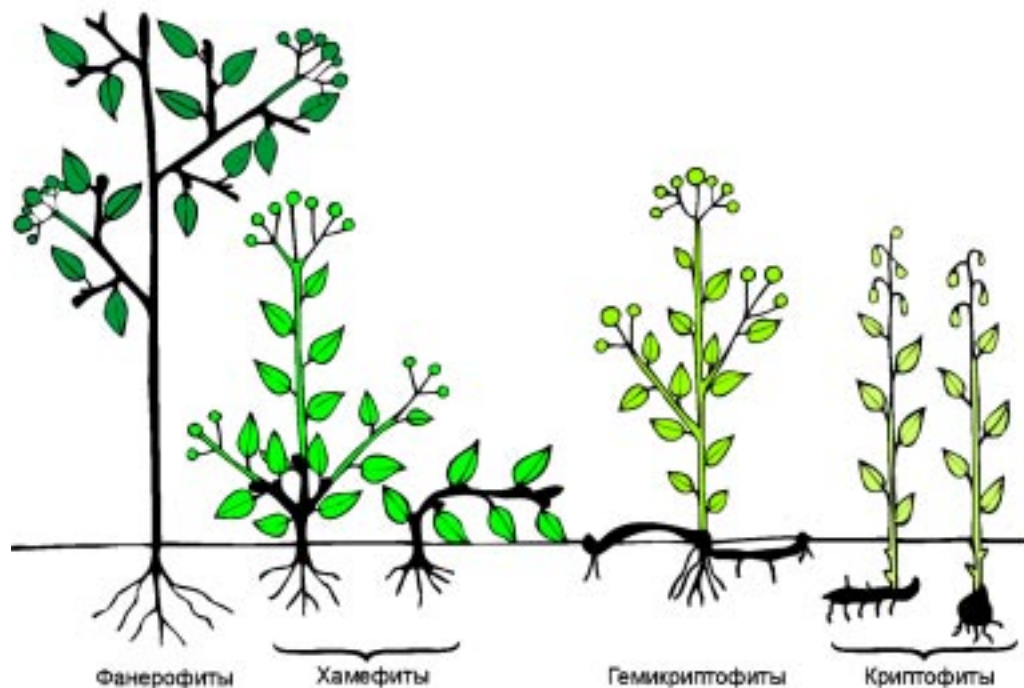


Скрытое биоразнообразие

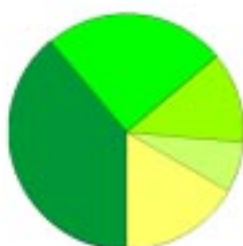
Среди многочисленных попыток подсчитать все биоразнообразие планеты нет ни одной, давшей сколько-нибудь исчерпывающие данные. Трудности здесь связаны не только с тем, что многие виды животных и растений еще не известны науке, а классификация экосистем по-прежнему представляет собой предмет оживленной дискуссии, но и с тем, что биоразнообразие не всегда поддается учету и оценке. Биоразнообразие может быть скрытым, и лучшим подтверждением этому служит существование некоторых с трудом поддающихся количественному учету *жизненных форм* растений.

В 1903 году датский ботаник К. Раункиер предложил систему классификации растений, в основе которой – расположение на стебле их почек возобновления, и определил, что распространение растений главных выделенных им категорий хорошо совпадает с основными типами биомов: фанерофиты (большая часть деревьев и крупных кустарников) доминируют в теплой влажной среде, хамефиты (мелкие кустарники и травянистые растения) чаще всего встречаются в местах с холодным и сухим климатом, гемикриптофиты (растения, побеги которых с наступлением неблагоприятных условий зимних месяцев отмирают до уровня почвы) характерны для холодных влажных областей, криптофиты (растения, почки которых полностью погружены в почву) также типичны для холодного влажного климата. На рисунке не показаны терофиты – растения, которые полностью отмирают во время неблагоприятного сезона. К терофитам относится большинство однолетних растений, и они наиболее многочисленны в пустынях и степях. Незачерненные на рисунке части растений на время неблагоприятного сезона отмирают, а зачерненные сохраняются и возобновляют рост на следующий год. Наименее защищены почки у растения, изображенного слева, а далее в ряду степень защищенности почек возрастает.

Между жизненными формами растений и типами биомов наблюдается близкое соответствие. Фанерофиты доминируют над другими растительными формами в теплых влажных средах, а в умеренных и арктических областях их замещают хамефиты, гемикриптофиты и криптофиты. В пустынях доминируют терофиты. Там они обычны и обеспечивают высокий уровень биоразнообразия, которое, однако, удастся наблюдать лишь в течение короткого периода вегетации.



Влажные тропики



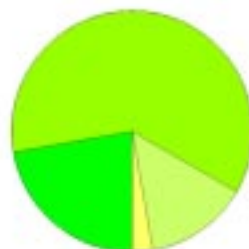
Субтропики



Пустыня



Умеренный пояс



Арктическая область



Распределение в экосистеме: стратификация и зональность

Облик биотического сообщества определяется не только разнообразием видов и другими показателями структуры сообщества, которые отражают связи между видами, входящими в его состав. Функционирование сообщества и его стабильность также зависят от популяционных связей, от распределения организмов в пространстве и характера их взаимодействия с внешней средой. Распределение организмов в пространстве редко бывает равномерным. Как правило, особи образуют вертикальные (стратификация) и горизонтальные (зональность) скопления. Так, в лесу растительность может быть представлена деревьями верхнего яруса (сосна, ель), деревьями второго яруса (рябина, осина, береза), кустарниками, которые образуют третий ярус, а также травами и кустарничками. На почве в лесу всегда имеются опавшие листья, отмершие побеги, сухие ветки. Почва также подразделяется на горизонты. Стратификация хорошо выражена не только в лесных и водных экосистемах. Даже в такой, казалось бы, «одномерной» экосистеме, как луг, можно выделить несколько ярусов: почву, где проводят всю жизнь дождевые черви, личинки жуков и другие животные; поверхность почвы, к которой приурочены местообитания муравьев, жужелиц; слой мха, где обитают первичнобескрылые насекомые и панцирные клещи; стебли и листья, с которыми связана жизнь кузнечиков, тлей и других животных; цветки, на которых проводят много времени подстерегающие жертву цветочные пауки и собирающие нектар шмели.

Растения и животные распределены по всей экосистеме не равномерно, а пятнами, в которых плотность особей может быть максимальной или, наоборот, сходиться на нет. Мозаичность растительного покрова в пределах одного сообщества обусловлена разными причинами; одна из главных причин – неоднородность, «пятнистость» условий среды. Часто мозаичность обусловлена микрорельефом. В этом случае в микропонижениях развиваются более влаголюбивые растения, а на микроповышениях – менее влаголюбивые. Мозаичность травянисто-кустарникового покрова в лесу нередко вызвана тем, что определенные виды растений образуют заросли. Это происходит благодаря разрастанию горизонтальных корневищ в почве или ползучих надземных побегов. Благодаря мозаичности полнее используется разнообразие условий среды и увеличивается устойчивость к ее неблагоприятному воздействию.

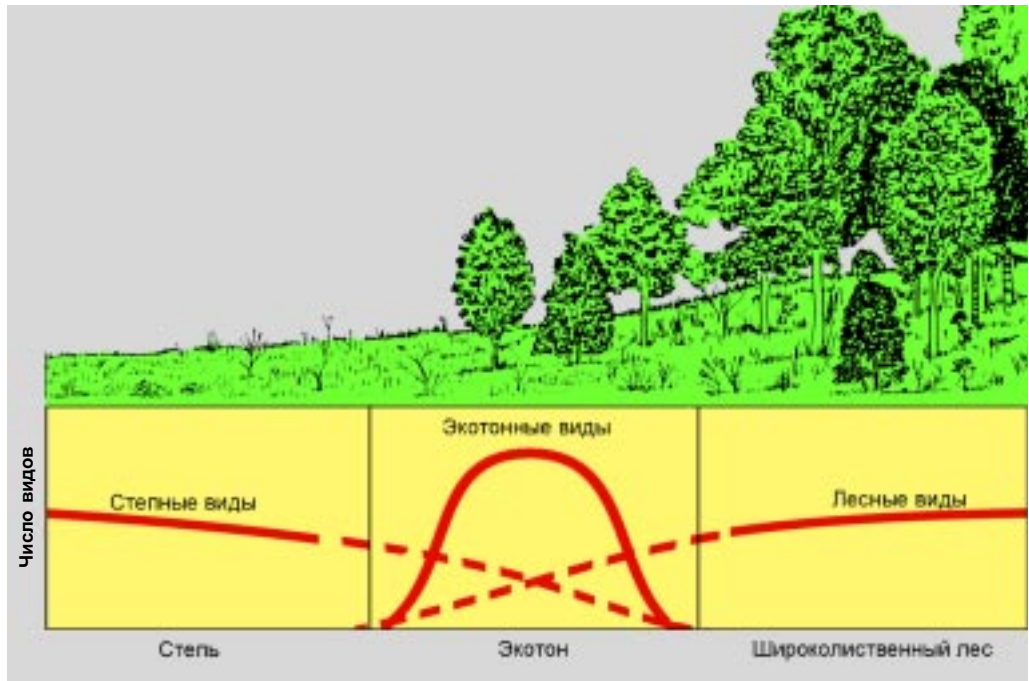


Экотон – переходная зона между сообществами

Экосистемы не изолированы друг от друга. Переходная зона между ними называется *эктоном*. Эта пограничная зона может иметь значительную протяженность, но она всегда меньше территории прилегающих к ней экосистем. Переходная зона нередко представляет собой особое местообитание, в котором встречаются виды из обоих перекрывающихся сообществ, а иногда также виды, характерные только для экотона. Число видов и плотность популяций некоторых из них в экотоне часто выше, чем в лежащих по обе стороны от него экосистемах. Тенденция к увеличению разнообразия и плотности живых организмов на границе сообществ известна под названием *краевого эффекта*.

Чем больше различаются соседствующие экосистемы, тем ярче выражено экотонное сообщество, тем своеобразнее набор видов животных и растений, приуроченных к экотону. Замечательным примером богатого видами и разнообразного экотонного сообщества служат берега водоемов, где специфические условия среды обуславливают совместное существование разных растительных сообществ, которые располагаются поясами в зависимости от уровня грунтовых вод, его колебаний, спектра питательных веществ и силы прибой. Околоводные и прибрежные экосистемы населены многими видами наземных, водных и земноводных животных.

Одним из обычных и наиболее важных для человека экотонов является опушка леса. Опушку можно определить как переходное сообщество между лесным и травяным сообществами. Где бы ни жил человек, он стремится сохранить поблизости от своего жилища сообщество опушек. Так, если человек селится в лесу, он вырубает его до отдельных небольших участков, перемежающихся с лугами. А поселившись на открытом месте сажает деревья, также создавая мозаичную структуру ландшафта. Некоторые виды, обычные для леса или степи, способны выжить на опушке, созданной человеком. Другие виды, хорошо адаптировавшиеся к жизни на опушках, особенно многие виды сорняков, птиц, насекомых и млекопитающих, представлены здесь большим числом особей. Известно, что плотность певчих птиц выше на территориях усадеб, в окрестностях поселков и других местах, которые состоят из смешанных местообитаний и, следовательно, характеризуются значительной протяженностью границ по сравнению с большими однородными участками леса или поля.



Богатая палитра жизни

Арктические ландшафты

Слово «арктика» происходит от греческого «arktos», что означает «медведь». Созвездие с таким названием можно наблюдать в течение всего года над северным полушарием. Арктикой называют северную полярную область земного шара, ограниченную Северным полярным кругом ($66^{\circ}33'$ с.ш.), включающую окраины материков Евразии и Северной Америки и почти весь Ледовитый океан с островами. Несмотря на суровость природных условий, в арктическом регионе встречаются разнообразные биомы – от бореальных хвойных лесов до арктической пустыни. Обширные территории покрыты льдом. Фауна и флора арктического региона представлена многими видами животных и растений, которые приспособились к суровым условиям и не встречаются нигде больше. Только в Арктике можно наблюдать такие удивительные проявления жизни, как: 1) сезонные «вспышки» численности птиц, рыб и насекомых, 2) приспособленность растений к существованию при очень низких температурах, 3) способность млекопитающих поддерживать постоянную высокую температуру тела в течение всей арктической зимы, 4) обитание микроскопических форм растений и животных в толще ледяного панциря моря.

Для арктической тундры характерна зона вечной мерзлоты, залегающая непосредственно под поверхностью почвы. Летом, когда становится тепло, верхний слой почвы оттаивает на глубину до нескольких десятков сантиметров; в результате на короткое время создается неглубокий, часто заболоченный слой, в котором развивается арктическая растительность. Попеременное замерзание и оттаивание почвы приводит в некоторых местах к растрескиванию верхнего слоя почвы и образованию характерных *полигональных болот*.

Всю Северную Америку и Евразию по южной границе арктического региона окаймляют бореальные хвойные леса. Доминирующая жизненная форма представлена здесь хвойными вечнозелеными деревьями, главным образом елью, пихтой и сосной. Круглый год в таких лесах царит густая тень, поэтому кустарниковый и травянистый ярусы обычно развиты слабо. Однако сплошной зеленый покров, содержащий хлорофилл, сохраняется весь год, и поэтому, несмотря на низкие температуры в течение полугода, для этого биома характерен достаточно высокий уровень годовой продукции. Семена хвойных служат важным источником существования многих животных, таких как белки, чижи, клесты и др.



Богатство дождевого тропического леса

В зоне влажных тропиков, где круглый год тепло, создаются условия для развития самых богатых и разнообразных сообществ, какие только есть на Земле. Распространение дождевых тропических лесов в основном ограничено экваториальной климатической зоной, где они занимают обширные территории. В дождевом лесу над деревьями, кроны которых плотно сомкнуты и образуют сплошной полог, выступают редкие верхушки деревьев верхнего яруса. Солнечные лучи почти полностью поглощаются листвой, и поэтому в лесу всегда царит полумрак. И только на открытых участках, на опушках, над которыми прерывается полог леса, буйно разрастается травянистая растительность: на фоне сочной зелени выделяются яркие цветки, свисают разнообразные плоды причудливой формы. Ярусность древесных видов выражена слабо, так как оптимальные значения температуры и влажности позволяют деревьям максимально использовать все пространство. Большого развития достигают так называемые межъярусные растения – лианы и *эпифиты*. Особую жизненную форму представляют деревья-душители. Деревья часто используются как опора многочисленными эпифитами – «воздушными» растениями, не имеющими корней в почве. Каждое достаточно крупное дерево покрыто эпифитами по меньшей мере трех видов. Число видов растений очень велико; часто на нескольких гектарах можно встретить больше видов деревьев, чем во всей флоре Европы.

Основной источник пищи животных в тропических лесах – плоды и термиты. Обилие птиц объясняется тем, что многие из них растительноядные: это питающиеся плодами попугаи, птица-носорог, туканы, райские птицы и многие другие. Поскольку «чердаки» джунглей перенаселены, многие птицы вьют себе висячие гнезда, а насекомые строят висячие коконы, что спасает их от армий бродячих муравьев и других хищников.

Вследствие того, что почвы обеднены питательными веществами, которые содержатся только в самых верхних ее слоях, корневая система деревьев обычно довольно поверхностна, и поэтому у них развиваются досковидные корни, подпирающие ствол подобно контрфорсам. В подстилке среди корней многочисленны термиты, муравьи и ящерицы. Термиты потребляют отмершую растительную массу, благодаря чему она быстро разлагается и минерализуется. Теплая и влажная атмосфера создает благоприятные условия для жизни наземных моллюсков, среди которых встречаются формы, богатством окраски и яркостью цветов не уступающие самым известным экзотическим насекомым.



Жизнь в пустыне

Слово «пустыня» обычно ассоциируется с представлением о редкой растительности и нехватке воды. Пустыни встречаются в тех областях, где в год выпадает меньше 250 мм осадков. Растения пустынь демонстрируют широкий спектр приспособлений для жизни в условиях дефицита воды. Существуют три жизненные формы растений, приспособленных к жизни в пустыне: 1) однолетники, избегающие засухи тем, что растут только в течение короткого периода достаточной влажности; 2) суккуленты, такие как кактусы, накапливающие воду в тканях; 3) пустынные кустарники, сбрасывающие листья во время длительного засушливого сезона.

Число видов высших растений в пустынях близко к 60, в полупустынях – примерно вдвое больше. Кроме дефицита влаги растениям приходится противостоять еще одному характерному для пустынь воздействию – сильным ветрам и песчаным бурям. Корневая система многих кустарников то обнажается, то вновь засыпается песком. На засыпанных ветках и стволах образуются придаточные корни.

Животные пустыни, как и растения, по-разному приспособлены к недостатку воды. Пресмыкающиеся и насекомые обладают непроницаемыми покровами и выделяют сухие экскреты (мочевую кислоту и гуанин). Кроме того, у жуков-чернотелок наблюдается удивительная способность к усиленному образованию при низкой влажности метаболической воды в результате расщепления углеводов. Питаясь пылевидными остатками растений, жуки-чернотелки извлекают из них метаболическую воду, что позволяет им существовать в условиях почти полного отсутствия воды. В ожидании капли конденсационной влаги жуки-чернотелки подолгу замирают в своеобразной позе с поднятой вершиной брюшка.

Млекопитающих как группу нельзя считать хорошо приспособленными к условиям пустыни, так как они выделяют мочевину, а это связано с потерей большого количества воды. Все же некоторые виды, например тушканчики, могут неопределенно долго существовать, питаясь семенами и не нуждаясь в воде для питья. Они сохраняют воду, днем обитая в норах и выделяя очень концентрированную мочу. Другие пустынные грызуны получают воду, поедая суккулентные растения. Должен пить воду даже верблюд, хотя верблюды могут длительное время обходиться без воды, так как ткани их тела устойчивы к обезвоживанию.

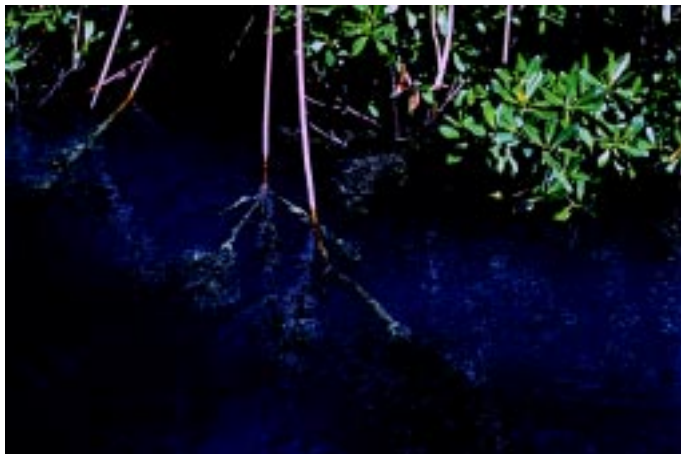
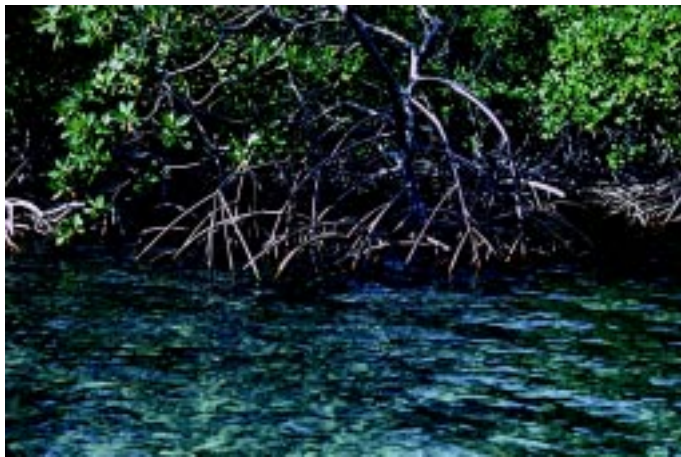


На границе суши и моря: мангровые заросли

В тропической зоне на границе суши и моря разрастаются мангровые заросли. Мангры – это заболоченные заросли древесной и кустарниковой растительности в приливной зоне. Обычно они разрастаются на низких побережьях и особенно в устьях рек. Мангровые заросли имеют огромное значение в прибрежных экосистемах. Они принимают активное участие в процессах наступления берегов на литораль моря, в образовании островов. Мангры выполняют и защитную функцию, предохраняя берега от эрозии, вызываемой тропическими штормами. Большой вклад в энергетику пищевых цепей вносят отмершие листья мангров, которые служат источником питания для целой группы обитающих здесь животных.

Самую удаленную от берега зону образуют красные мангры – низкорослые, похожие на кусты деревья, от стволов которых во все стороны отходят ходульные корни-подпорки, помогающие растениям удерживаться в полужидком грунте. Помимо ходульных корней, мангры имеют и придаточные воздушные корни, идущие от ствола и ветвей, причем некоторые из этих корней не доходят до воды и свисают с дерева как бахрома.

В мангровых сообществах наиболее богата фауна прикрепленных организмов, использующих в качестве опоры стволы, корни и ветви красных мангров. Поскольку дефицита в пище здесь нет – вода в изобилии содержит взвесь *планктонных* организмов – перед обитателями мангровых зарослей с наибольшей остротой встает задача поиска места для поселения. Здесь используется каждый сантиметр поверхности стволов, корней и ветвей деревьев. На корнях-подпорках, отходящих от ствола, закрепились морские желуди, или балянусы. В развилках тех же корней многочисленны скопления двустворчатых моллюсков, а брюхоногие моллюски литторины предпочитают селиться на придаточных корнях. Свободные, свисающие в воду воздушные корни также имеют своих обитателей. Они покрыты нежными кустиками колоний гидроидных полипов. На участках корней, находящихся в приповерхностном слое воды, покачиваются на волнах колонии гидроидного полипа эудендриума. Каждая колония имеет вид членистой веточки с полипами на концах. Движения полипов замедлены, они покачиваются из стороны в сторону, расставив щупальца для захвата из воды пищевых частиц.



Жизнь под натиском морских волн

Рифообразующие кораллы широко распространены в тропической зоне Мирового океана и наряду с мангровыми зарослями являются характернейшей ее особенностью. По выражению российского зоолога Д. В. Наумова, коралловые рифы должны быть помещены среди «биологически наиболее продуктивных, таксономически разнообразных и эстетически значимых из всех сообществ». Основу кораллового рифа составляют мадрепоровые кораллы, предоставляющие среду обитания для самых разнообразных животных и растений. Теснее всего с мадрепоровыми кораллами связаны водоросли. Красочная картина кораллового рифа, ошеломляющая исследователя, который впервые наблюдает эту экосистему, определяется не только разнообразием форм и расцветки самих рифообразующих организмов. На рифах обитают яркие, бросающиеся в глаза многочисленные коралловые рыбы, ракообразные, моллюски, иглокожие, черви. Большинство из них тесно связаны с самими кораллами; и все вместе они образуют удивительное сообщество кораллового рифа.

Распространение коралловых поселений в океане определяется рядом факторов внешней среды. Решающий из них – температура, ее значения ниже 20,5 °С и выше 30 °С делают невозможным размножение мадрепоровых кораллов. Максимальная глубина, на которой еще продолжается жизнедеятельность кораллов, определяется условиями для фотосинтеза водорослей. Поскольку на глубине 50 метров освещенность оказывается недостаточной для фотосинтеза, кораллы редко заходят на большую глубину и образуют вдоль берега *окаймляющий риф*. Этот риф защищает берег от ударов океанических волн и полосой тянется вдоль берега на некотором расстоянии от него. Идеальная прозрачность воды – неременное условие достаточной для существования кораллового рифа освещенности. Уменьшение прозрачности воды, вызванное взмучиванием осадка при строительстве вдоль берега дорог либо различных гидротехнических сооружений, неизбежно приводит к гибели кораллового рифа.

В указанных температурных пределах возможность существования рифов зависит, кроме освещенности, от многих других факторов: насыщения воды кислородом, наличия твердого субстрата, а также солености морской воды. Тропические ливни, вызывающие временное опреснение морской воды, особенно опасны во время отлива, когда риф частично обнажается.



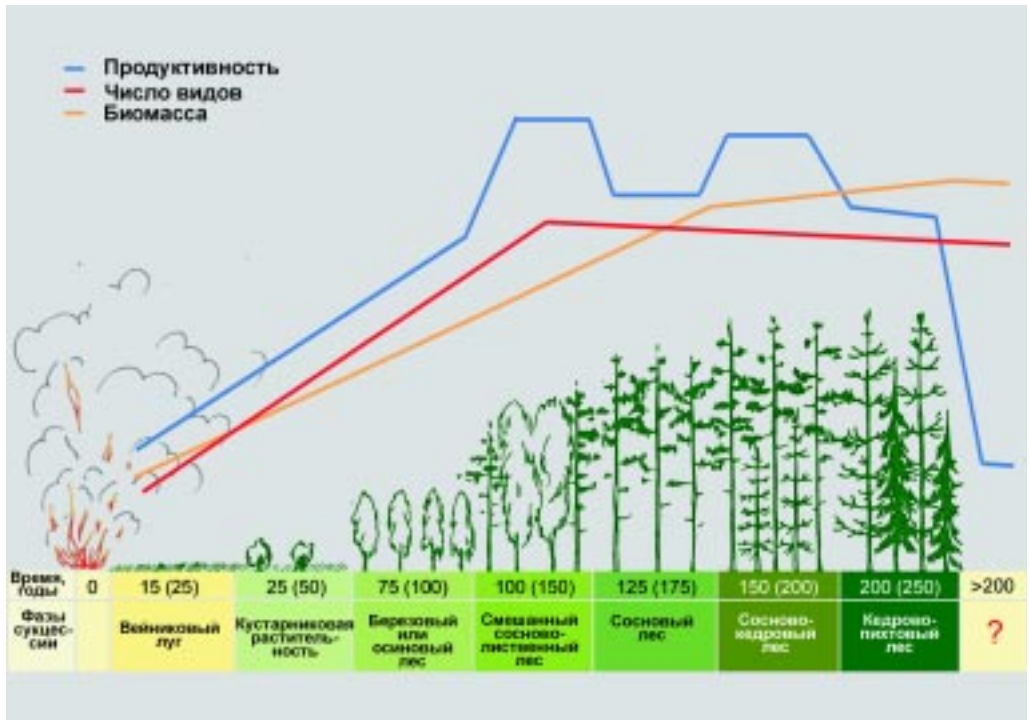
Как изменяется биоразнообразие

Ненарушенное развитие

Подобно тому как относительное обилие видов неодинаково в разных точках пространства, соотношение их численности во времени также может меняться. Любое биотическое сообщество со временем преобразуется. Его развитие, называемое также экологической *сукцессией*, проходит ряд этапов, при этом биотические сообщества сменяют друг друга. Замещение видов в сукцессии вызвано тем, что популяции, стремясь модифицировать окружающую среду, создают условия, благоприятные для других популяций.

После вырубki ельника или пожара условия на его месте настолько изменяются, что ель не может снова заселить эту же площадь. На открытых местах всходы ели повреждаются поздними весенними заморозками, страдают от перегрева и не могут конкурировать со светолюбивыми растениями. В первые два года на вырубках и гарях буйно развиваются травянистые растения: кипрей, вейник и др. Вскоре появляются многочисленные всходы березы и осины. Деревья вытесняют травянистую растительность и постепенно образуют мелколиственный лес. Только тогда возникают условия, благоприятные для возобновления ели. Теневыносливые всходы ели успешно конкурируют с подростом светолюбивых пород. Когда ель достигает верхнего яруса, она полностью вытесняет лиственные деревья. В принципе так же протекает сукцессия кедрово-пихтовой тайги. Здесь цифры показывают длительность фаз сукцессии (в скобках указан срок их окончания).

В процессе развития сообщества возрастает общая биомасса, тогда как максимум продуктивности, то есть максимум годового прироста биомассы, приходится на одну из промежуточных фаз сукцессии. Обычно в процессе развития число видов возрастает, так как с увеличением растительного многообразия появляются ниши для все большего числа видов насекомых и других животных. Однако так называемое *климаксное* сообщество, которое образуется на заключительной стадии развития, уступает по видовому богатству сообществам более ранних стадий. В климаксных сообществах более важными оказываются иные факторы, чем те, которые ведут к видовому разнообразию. К числу таких факторов относится увеличение размеров организмов, что позволяет им запасать питательные вещества или воду, чтобы выжить в периоды, когда их недостает. Этот и другие факторы ведут к усилению конкуренции между видами и сокращению их числа в климаксном сообществе.

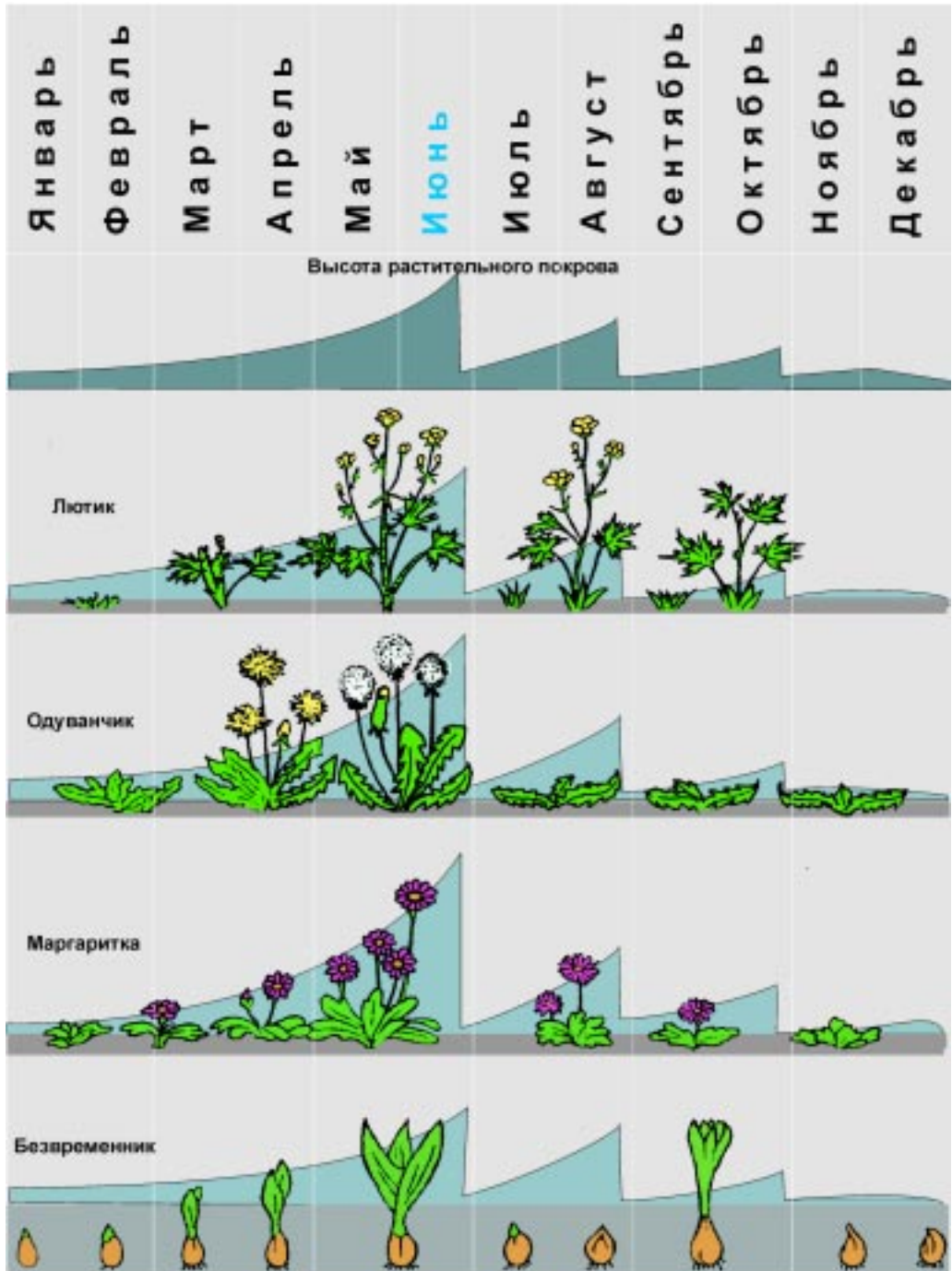


Нарушения в сообществах и их разнообразие

Согласно «Оксфордскому словарю английского языка», нарушение (disturbance) – это «прерывание спокойствия, мира, покоя или сложившегося хода вещей; препятствие правильному осуществлению какого-либо действия или процесса». Следовательно, нарушение – событие необычайное с точки зрения нормы и с ней несовместимое. В то же время ряд событий и изменений в среде обитания представляет собой нормальное свойство любой среды. Чередование дня и ночи, систематическое воздействие прилива и отлива на скалистое побережье, падение деревьев в лесу – все это регулярно повторяющиеся и ожидаемые явления, с которыми сталкиваются популяции организмов в сообществе. Тем не менее, для отдельной креветки, занесенной приливом в лужу на скале, или для травянистого растения нижнего лесного яруса подобные повседневно происходящие в среде изменения могут оказаться роковыми.

Нарушения среды обитания различаются по силе и периодичности. Иногда полезно различать бедствия (disaster) и катастрофы (catastrophe). Первые происходят в жизни биотического сообщества достаточно часто, чтобы вызывать эволюционные изменения. В результате бедствий популяция может приобрести новые свойства и, когда аналогичная ситуация повторяется, отреагировать на нее уже иначе или даже вообще не пострадать. Например, после объедания майским жуком листьев деревьев у них повторно распускаются почки. Такое регулярно повторяющееся «бедствие», как сенокос, приводит к существенному изменению структуры и свойств луговых сообществ. Приспособление луговых растений к периодам сенокоса проявляется в изменении сроков вегетации и цветения, как, например, у едкого лютика, часть растений которого зацветает уже после окончания сенокоса, а одуванчик успевает отцвести до него. Безвременник цветет осенью после сенокоса, а обычное растение газонов – многолетняя маргаритка приспособилась к частым покосам благодаря уменьшению длины цветоноса.

Мелкие нарушения приводят к мозаичности местообитаний. Если они происходят одновременно, не в одной фазе, то сообщество будет состоять из отдельных участков, находящихся на разных стадиях сукцессии. Такая мозаичность растительности, формирующаяся на фоне климаксного состояния как результат одновременных нарушений, сочетается с более высоким уровнем видового разнообразия, чем в случае обширной, долго не нарушавшейся территории.



Катастрофы и циклическое развитие

Катастрофу нельзя предсказать: она появляется неожиданно и уничтожает все сообщество. Катастрофа – слишком редкое событие, чтобы популяции сохранили о ней «генетическую» память. Когда произойдет следующее извержение вулкана, растения и животные, населяющие его склоны, вряд ли пострадают меньше, чем при предыдущем извержении. Но есть катастрофы, которые «запечатлеваются» в памяти сообщества. Катастрофа прерывает естественный ход сукцессии, причем на той ее стадии, которая наиболее уязвима к данному типу катастрофы. Климаксное сообщество как бы «провоцирует» развитие катастрофы, так как более, чем развивающиеся сообщества, уязвимо в силу продолжительности существования и концентрации здесь крупных организмов. Природные катастрофы, такие как пожары, вредители и т.п., уничтожают климаксное сообщество и способствуют тем самым повторению сукцессии. Подобный процесс повторяется неоднократно, и со временем возникает естественная самоподдерживающаяся система.

В результате строгой очередности стадий сукцессии и регулярно возникающих катастроф развитие сообщества приобретает циклический характер. После пожара гарь зарастает мхами и травянистой растительностью, затем их сменяет сообщество с малиной и кипреем, далее березняк, а затем неопределенно долго хвойный лес. Тем не менее цикличность здесь очевидна: хвойный лес (особенно в более северных районах его произрастания) постепенно истощает почву, в связи с этим развивается покров сфагновых мхов (не нуждающихся в почвенном минеральном питании) и в конце концов на этом месте остается (опять же на неопределенно долгий срок) верховое болото. При чрезмерном росте болота сфагновый покров редет, открытая поверхность торфа начинает пылить, торф самовозгорается и после пожара остается гарь, обогащенная минеральными элементами, накопленными как в мертвых остатках леса, так и в торфе. В итоге все повторяется.

На севере Европы хвойные леса регулярно, один раз в 60–100 лет, выгорают вследствие пожаров, вызванных частыми грозами. Если этого не происходит, хвойный лес на долгие годы замещается верховым сфагновым болотом, и естественный процесс возобновления хвойных лесов задерживается. В рамках программы по восстановлению лесных биоценозов естественные пожары иногда заменяются искусственными; при этом массивы перестойного леса выгорают под наблюдением специалистов лесного хозяйства.



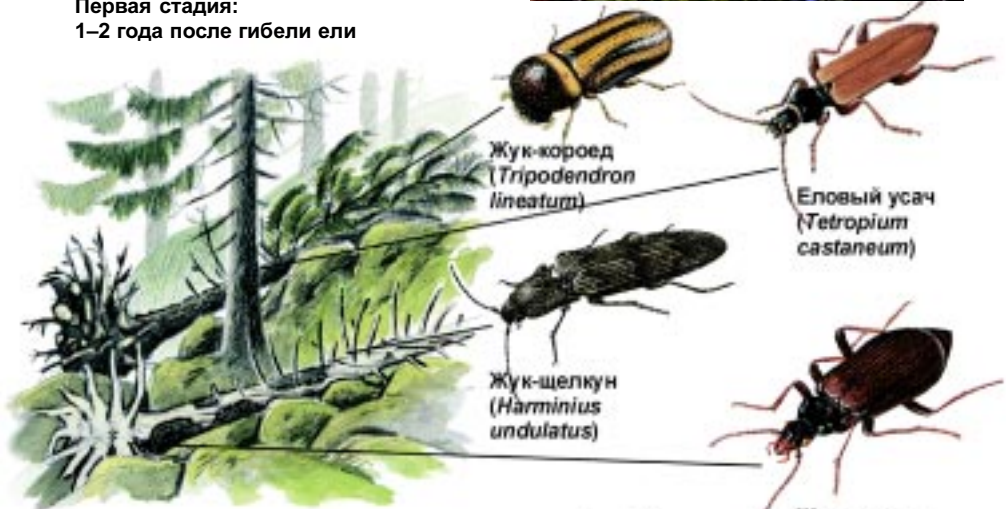
Развитие сообщества ствола дерева

Стабильные климаксные сообщества в естественных условиях представляют собой мозаику пятен с нарушенным растительным покровом. В результате пожаров, ветровалов и т.п. в лесу постоянно возникают окна в древесном пологе. Благодаря опушкам животный и растительный мир леса становится значительно богаче. Сомкнутый лес препятствует возобновлению лесообразующих пород. В перестойных лесах наступает период массовой гибели деревьев, и сообщество разрушается. Возобновление коренного леса начинается с опушек, поэтому слабые нарушения сомкнутого древесного яруса – необходимое условие его устойчивости. Каждое падающее дерево освобождает пространство, на котором начинается новая сукцессия. Видовое разнообразие на опушках сначала весьма незначительно, а затем, по мере их заселения, возрастает и вновь снижается, когда доминантные виды деревьев делают пространство недоступным для других видов.

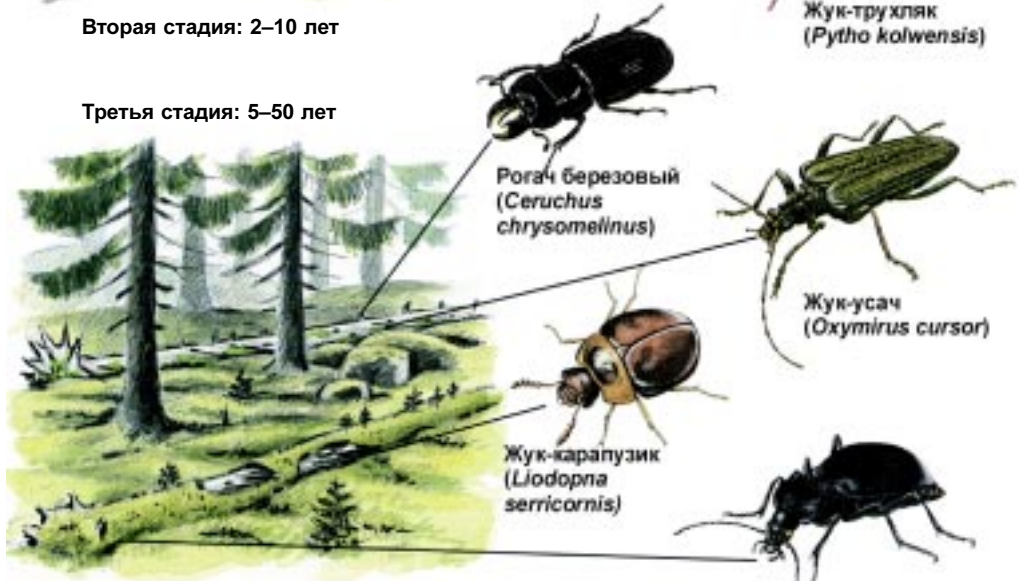
После гибели ели ее ствол становится основным местом обитания для многих видов мхов, лишайников, грибов и насекомых. Первые несколько лет после гибели упавший ствол заселяется жуками-короедами и усачами, долгоносиками и другими беспозвоночными, обитающими в коре и под корой. Эти обитатели, в свою очередь, привлекают многочисленных паразитов и хищников. Когда кора, уступив натиску времени и короедов, отваливается от ствола, на смену комплексу видов, связанных с корой, приходят виды, обитающие в древесине в глубине ствола. В то же время сама древесина прорастает гифами грибов и разрушается, а многочисленные личинки жуков и другие обитатели древесины питаются в основном мицелием грибов. На заключительной стадии гниения древесины мягкий, поросший мхом ствол служит убежищем для многих мелких животных, таких как моллюски, многоножки, муравьи и другие беспозвоночные животные. Те, в свою очередь, привлекают хищников, и в стволе на некоторое время образуется новое сообщество. Каждая стадия разрушения упавшего ствола ели характеризуется своим набором видов. Наибольшее количество редких видов жуков встречается на третьей стадии разрушения древесины. Так протекает один из этапов жизни елового леса, в поддержании видового разнообразия которого существенная роль отводится упавшим и разлагающимся стволам деревьев.



Первая стадия:
1–2 года после гибели ели



Вторая стадия: 2–10 лет



Четвертая стадия: 50–150 лет

Жужелица черная
(*Carabus glabratus*)

Роль биоразнообразия в жизни человека

Основа жизни на Земле

Принцип взаимодействия человечества с биоразнообразием планеты можно проиллюстрировать с учетом масштаба влияния человека на природные системы и той роли, которое биоразнообразие играет в поддержании жизни на Земле. Основное условие поддержания жизни на Земле – способность биосферы создавать и поддерживать равновесие между входящими в ее состав экосистемами. Внутри биосферы должны быть территориально сбалансированы экосистемы более низкого ранга. Иными словами, на Земле должно быть необходимое количество тундр, лесов, пустынь и т.д. – как биомов, а внутри биома тундр должна сохраняться оптимальная тундровость, внутри биома хвойных лесов – оптимальная лесистость. И так до самых мелких экосистем вроде луга, леса, озера и т.д.

Функционирование планеты в целом и ее климатическое равновесие обусловлено взаимодействием круговоротов воды, углерода, азота, фосфора и других веществ, приводимых в движение энергией экосистем. Растительный покров – важнейший фактор предупреждения эрозии, сохранения пахотного слоя земли, обеспечения *инфильтрации* и пополнения запасов грунтовых вод. Без достаточного уровня биоразнообразия болотных экосистем невозможно предотвращение *эвтрофикации* водоемов, а высокий уровень видового разнообразия животных – залог устойчивости любой экосистемы и биосферы в целом.

Если представить, что человек остался в одиночестве на планете Земля, то нетрудно предсказать дальнейший ход событий: нет продуктов питания, растет жесткое ультрафиолетовое излучение, не задерживаемое больше озоновым экраном, из-за отсутствия кислорода становится невозможным дыхание, а климат оказывается несовместимым с жизнью.

Миллионы видов животных и растений поддерживают условия, необходимые для продолжения жизни на Земле. Возможно, эти условия могло бы обеспечить и меньшее число видов, но каково оно, это достаточное число видов? Этого никто не знает. Как не знает и той черты, за которой при сокращении биоразнообразия начнется необратимое разрушение экосистем и жизнь будет поставлена на грань существования. При разрушении биоразнообразия надежных способов компенсировать потери не существует.



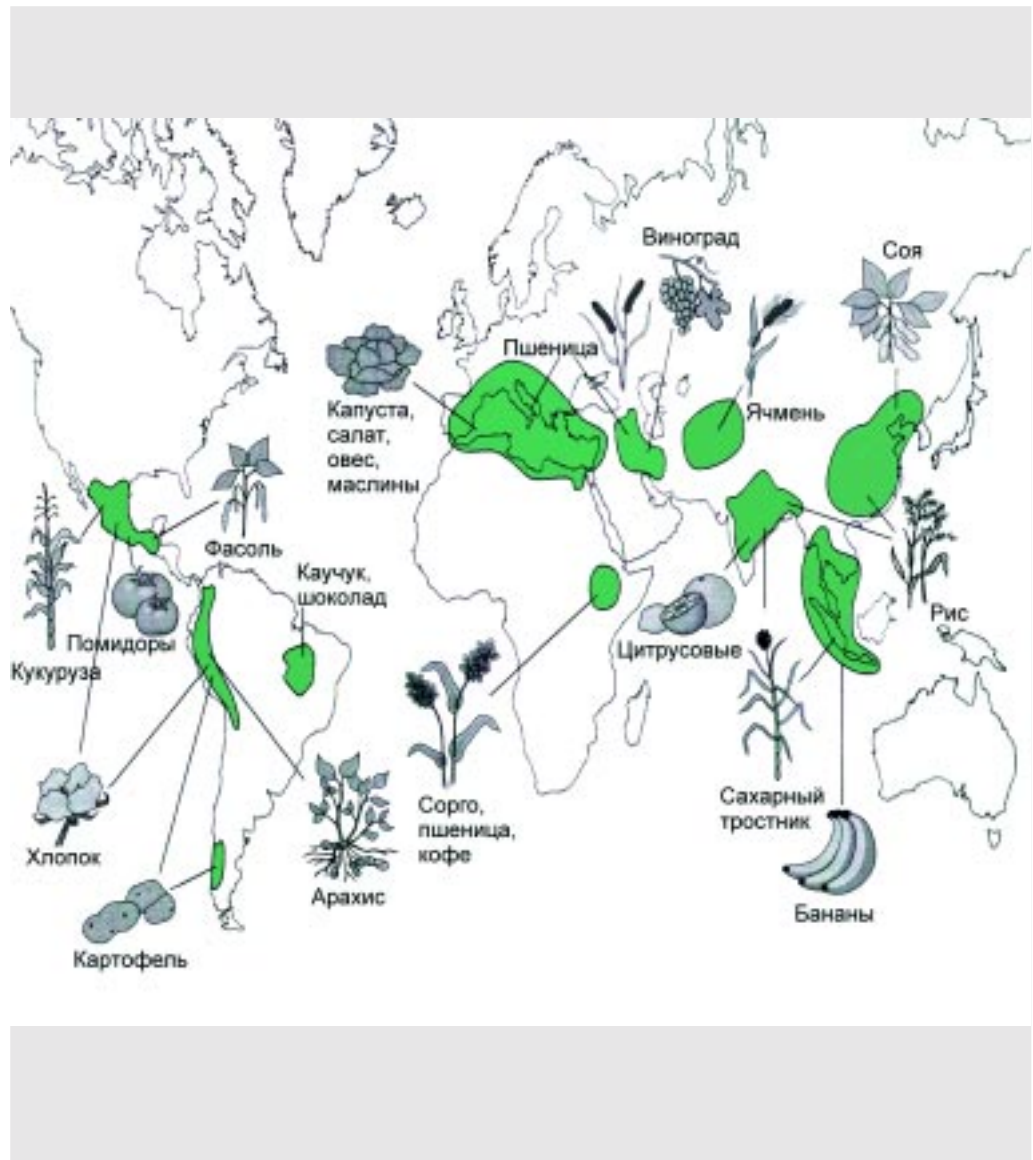
Практическая ценность

Прагматический взгляд на биоразнообразии позволяет нам увидеть в нем неиссякаемый источник биологических ресурсов. Биологические ресурсы дают нам все виды продуктов: продукты питания, волокно для изготовления одежды, строительные материалы, красители, синтетические вещества, лекарства и т.д. Они – основа большинства видов деятельности человека, от них в значительной мере зависит состояние мировой экономики. Микроорганизмы, играющие жизненно важную роль во многих экосистемах, способствовали прогрессу в области производства продуктов питания.

Современная медицина проявляет живой интерес к биологическим ресурсам в надежде получить новые средства лечения болезней. Чем больше разнообразие живых существ, тем больше возможностей для открытия новых лекарств; и история медицины дает прекрасные примеры такой возможности. Потенциально любой вид может иметь коммерческую ценность или быть использованным в медицине. Около 40 % всех известных наркотиков, используемых в настоящее время в медицине, содержат вещества, обнаруженные в дикорастущих растениях.

В сельском хозяйстве генетическое разнообразие культурных растений имеет огромное значение для разработки методов борьбы с вредителями. Центры происхождения культурных растений – это места, в которых в свое время человек впервые ввел в культуру многие традиционные сегодня виды. На этих территориях четко прослеживается связь между сельскохозяйственными растениями и их дикорастущими родственниками. Здесь произрастает множество диких предковых видов и разновидностей современных культурных растений. Фермеры проявляют все больший интерес к генетическому разнообразию сельскохозяйственных культур. Знание центров такого разнообразия позволяет разрабатывать методы увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур и повышения их приспособляемости к изменяющимся условиям среды.

Биоразнообразие имеет большое значение также для организации отдыха. Красивые ландшафты, богатые видами разнообразные экосистемы – важнейшее условие для развития туризма и отдыха. Быстрое расширение этого вида деятельности зачастую является основным источником дохода для местного населения. Часто объектом повышенного интереса становятся отдельные виды животных и растений.



Эстетическая ценность

Для большинства людей слово «биоразнообразие» имеет позитивное звучание. При этом в воображении возникают картины дождевого тропического леса, кораллового рифа, покрытой разнотравьем поляны, где богатство видов животных и растений создает положительные эмоции. Часто даже отдельный фрагмент природы, как, например, винный бражник, ночью в полете питающийся нектаром цветущего кипрея, оставляет неизгладимое впечатление. Красота, присущая биоразнообразию, служит источником вдохновения. Подлинные произведения искусств редко обходятся без изображений животных и растений, будь то скарабеи и змеи на кольце царицы Клеопатры или лев из цветных изразцовых плиток на «Священной дороге» в Вавилоне. Представления о рае, воплощенные на картине «Рай» Яном Брейгелем Старшим (1568–1625), ассоциируются с богатым разнообразием различных видов животных и растений.

Без эстетического удовольствия потеряли бы смысл многие наши увлечения, будь то спортивное рыболовство, охота, пешеходные прогулки или наблюдение за птицами. У людей существует потребность в созерцании красивых пейзажей. И все же эстетическая ценность биоразнообразия – нечто большее, чем простое любование красивым пейзажем. Что было бы с человеком, его настроением, его мироощущением, если вместо красивого озера или участка соснового леса он видел бы вокруг себя только кучи мусора или исковерканный грубым вмешательством ландшафт? Зато с какой любовью описывают авторы удивительные картины природы днестровских плавней (цит. по материалам журнала Вести СОЭС, №2, 2001): «Устьева область своеобразна и уникальна своими богатствами, своей особой красотой. Здесь, на Белом озере еще сохранились поля белых лилий, реликтового водяного ореха, огромные территории покрыты желтой кувшинкой. Сюда еще залетают священные ибисы Древнего Египта, слышен шум лебединых крыльев, цветет мята, леса полны знакомых и неожиданных ароматов, музыки птичьего пенья...» По-видимому, эстетическая сторона восприятия биоразнообразия – не просто наслаждение красотой отдельных пейзажей; это, скорее, органическая потребность, присущая каждому человеку, так как восприятие разнообразных форм жизни объективно улучшает качество жизни.



Ресурсы биоразнообразия не имеют цены

Природа во всех ее проявлениях играет очень важную роль в создании наших идеалов и устремлений. Многие из нас испытывают отчаяние и даже стыд, когда в результате деятельности человека в нашей местности исчезает какой-то вид животного или разрушается какой-либо элемент ландшафта. И напротив, мы радуемся, когда приходит сообщение, что удалось спасти то или иное животное либо очистить от бытовых отходов водоем. Удовольствие или удовлетворение могут быть даже косвенными. Например, человеку, никогда не видевшему кита, приятно от одного лишь сознания, что этот и другие экзотические виды еще живут на свете.

Каждый вид – уникальное и неповторимое создание природы, результат многих миллионов лет эволюции. Хотя его красота придает ему большую ценность, он ценен и сам по себе, независимо от применения, которое находят для него люди. Показательна история белоспинного дятла, распространенного до недавнего времени на обширной территории в старовозрастных смешанных лесах. Вследствие вырубки лесов его ареал сократился, численность резко снизилась, и в настоящее время его судьба вызывает беспокойство... причем не только у специалистов, но у самых разных людей, которых просто беспокоит тот факт, что данный вид стал редким и ему угрожает исчезновение. Они готовы жертвовать деньги для организации мероприятий по спасению белоспинного дятла. По-видимому, сохранение биоразнообразия – это в том числе и вопрос этики. Подобно эстетической ценности, этическое значение биоразнообразия нельзя измерить и выразить в денежных единицах. И тем не менее, беспокойство за сохранение биоразнообразия все чаще становится основой деятельности для все большего числа людей. Именно это чувство заставляет самых разных людей оставлять свой дом, привычную работу и пускаться в дальние странствия, совершать безрассудные поступки ради спасения каких-то там птиц, лягушек или растений, о существовании которых еще совсем недавно никто и не подозревал. Только это чувство поддерживает тех, кто годами ходит по бюрократическим инстанциям ради создания заказника или памятника природы. Самоотверженность защитников природы служит убедительным доказательством того, что ресурсы биоразнообразия не имеют реальной цены – они бесценны.



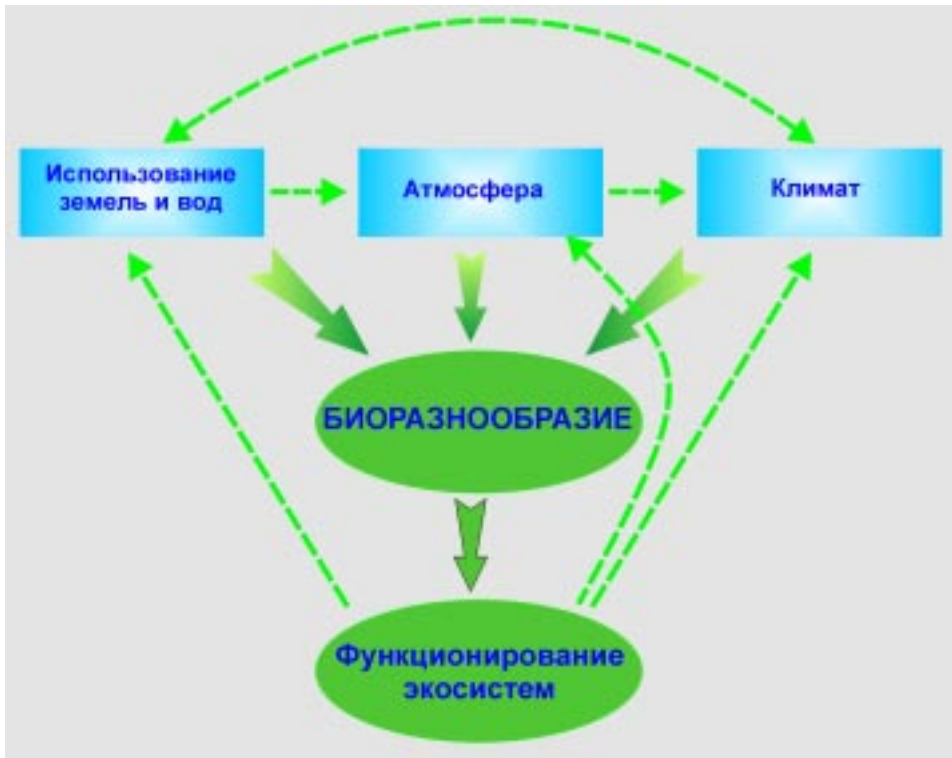
Деятельность человека ставится под сомнение: угроза сокращения биоразнообразия

Причины сокращения биоразнообразия

Резкое уменьшение биологического разнообразия, наблюдаемое в наши дни, – следствие беспрецедентного воздействия людей на природу. Влияние человека на природные комплексы может быть прямым и опосредованным, явным и скрытым, значительным и малоощутимым. В общей схеме воздействия человека на биоразнообразие учтены многие стороны хозяйственной деятельности. Использование земель и водных ресурсов неизбежно отражается на составе атмосферы и свойствах климата и часто сопряжено с их чрезмерной эксплуатацией: неконтролируемый лов рыбы, истощающий пастбища выпас скота, сведение лесов на месте будущих пашен и другие формы интенсивного воздействия. Изменение климата и состава атмосферы напрямую сказывается на функционировании экосистем и приводит в итоге к сокращению биоразнообразия.

Деятельность человека приводит к упрощению экологических систем. Свыше 80 % всех производимых человеком продуктов питания основано на использовании всего пяти видов растений: пшеницы, риса, кукурузы, сои и сахарного тростника. Эти и многие другие растения возделываются как монокультуры, то есть один вид растения выращивается на обширной однородной территории. Это выгодно экономически, но отрицательно сказывается на биологическом разнообразии.

Сокращение биоразнообразия – генетическая эрозия, исчезновение видов, разрушение и фрагментация местообитаний – одна из крупнейших глобальных угроз для природы, а значит и человечества. Факторы, вызывающие неблагоприятные изменения биоразнообразия, различны: интенсивное лесное и сельское хозяйство, урбанизация, строительство дорог, растущая химическая нагрузка на окружающую среду, развитие туризма и многое другое, что приводит в итоге к разрушению местообитаний. Перечень причин уменьшения числа видов сосудистых растений в Финляндии дает представление о значении каждого фактора. Для успешного решения проблем сохранения биоразнообразия необходимо иметь по возможности наиболее полную информацию не только об источниках угрозы, но и о том, как функционируют экосистемы в отсутствие этой угрозы.



Причины уменьшения числа видов сосудистых растений в Финляндии



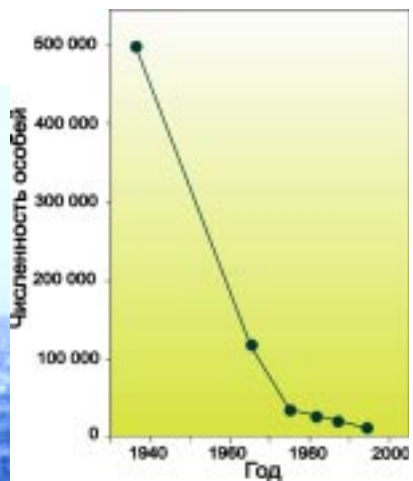
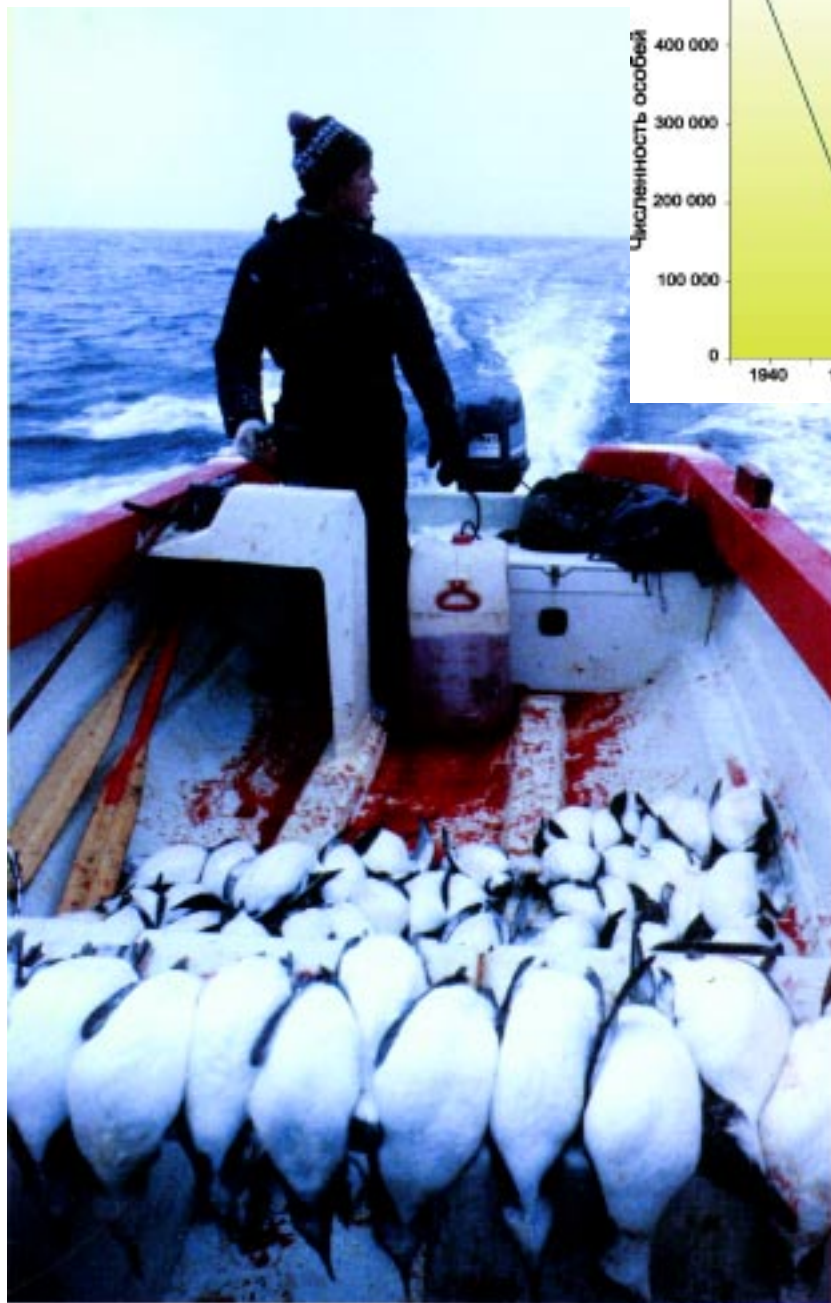
Чрезмерное использование природных ресурсов

Природные ресурсы часто используются до их полного истощения. В частности, это касается рыболовства и охоты, вырубки лесов. Такое чрезмерное использование биоресурсов можно отчасти объяснить перенаселенностью некоторых областей планеты, все возрастающим спросом на эти ресурсы и развитием международной торговли.

Открытый океан всегда считался международными «общинными землями», в результате чего к концу 1960-х годов численность многих видов морских животных резко снизилась, а фауна целых районов оскудела в результате перелова. В течение ряда лет добыча китов оставалась высокой за счет избыточного промысла, однако после уменьшения численности животных ее уровень резко снизился. Специальная организация – Международная китобойная комиссия прилагает все усилия для установления квот или временных запретов на промысел тех или иных видов китов, однако она лишена реальной власти и трагедия «общинных земель» продолжается. Численность некоторых видов китов настолько уменьшилась, что многие считают их вымирание неминуемым.

С начала XIX века численность дикорастущих растений широколиственных лесов, в основном подснежников и цикламенов, резко сократилась из-за массового сбора на продажу. Весной эти цветы наводняют вокзалы и рынки Москвы и других крупных городов. Для спасения исчезающих первоцветов необходимы решительные действия по пресечению их сбора и продажи.

Толстоклювая кайра селится на прибрежных скалах, а также на плоских островах, образуя вместе с другими видами птичьи базары. Численность толстоклювой кайры до последнего времени была достаточно высокой, особенно в северных частях ареала, где она образует огромные гнездовые колонии. Этот вид, а также многие другие морские птицы составляют важную часть меню коренных жителей Гренландии и добываются ими в большом количестве. Годовой объем промысла толстоклювой кайры оценивается в 300 000 – 400 000 особей. Наиболее значительный урон популяции наносится в результате добычи птиц в период гнездования. Так, за последние 60 лет численность популяции в заливе Диско сократилась с 500 000 до 12 000 особей и продолжает сокращаться, вызывая беспокойство за судьбу вида в этом районе.



Монокультурное сельское хозяйство

«Я стоял на Великой китайской стене, которая проходила по высокому холму рядом с монгольской границей... Склон под стеной был изрезан оврагами, причем некоторые из них врезались на глубину 50 футов. Повсюду, куда не бросишь взгляд, были овраги – израненная и опустошенная местность». Это наглядное описание сотворенной человеком пустыни, сделанное Дж. Р. Смитом в 1980 году, можно отнести ко многим регионам на Земле. *Опустынивание* и резкое сокращение биоразнообразия – неизбежное следствие интенсивного монокультурного сельского хозяйства. Распашка и освоение целины приводят не только к резкому уменьшению числа обитающих видов, но и к существенному увеличению числа особей на 1 м² пахотного горизонта. Упрощенная маловидовая система, поддерживаемая человеком, утрачивает естественную устойчивость по отношению к меняющимся условиям среды, что заставляет человека вкладывать все больше сил и энергии для защиты посевов: он удобряет почву, возделывает пахотный слой, борется с сорняками. Все меньшее число видов в состоянии найти здесь источники существования, укрытия и т.п. – возделываемое человеком поле все больше напоминает пустыню.

Рентабельность монокультурного сельского хозяйства резко возрастает при использовании генетически модифицированных растений и животных. Быстрое накопление в природе таких организмов некоторые ученые оценивают как угрозу естественному биоразнообразию, а само это явление уже получило название «генетического загрязнения» окружающей среды.

Развитие интенсивного монокультурного сельского хозяйства ведет к уменьшению генетического разнообразия видов животных и растений. Культурные популяции «изнежены» многими поколениями ухода, нередко они утрачивают признаки, определяющие их выносливость, поскольку селекцию обычно ведут на повышение урожайности в ущерб прочим особенностям. Высокоурожайную культуру, неустойчивую к засухе, просто орошают. Кроме того, в процессе селекции растений на максимальную продуктивность их генетическое разнообразие почти полностью утрачивается. Низкий уровень генетической изменчивости не позволяет им приспособляться к новым условиям и они становятся уязвимыми по отношению к любому воздействию меняющейся среды, что, в свою очередь, заставляет человека искать все новые способы защиты посевов. В итоге круг замыкается.



Региональное пространственное планирование

Нарушение среды обитания многих видов часто представляет собой результат непродуманного регионального пространственного планирования в процессе бесконтрольной и беспорядочной *урбанизации*. Фермы и природные ландшафты, окружающие города, непрерывно уступают место новым жилым кварталам, торговым центрам, промышленным предприятиям, автостоянкам и другим сооружениям, связанным между собой новыми автомагистралями. Их безудержный рост допускается и поощряется как показатель сильной экономики. Однако обычно он происходит без всякого плана и никак не регулируется.

Строительство дорог, дамб и иных сооружений вдоль береговых линий происходит удивительно быстро. Подсчитано, что в Европе начиная с 1960 года в периоды массовой застройки ежедневно осваивается почти километровая полоса морского побережья. А это означает, что с такой же скоростью исчезают дюны и уничтожается уникальная среда, в которой только и могут существовать многие виды животных и растений.

В районах нефтедобычи Западной Сибири отсутствие регионального планирования порождает глубокие негативные изменения в структуре ландшафтов. Следствием непродуманного территориального размещения объектов и сооружений технологического цикла добычи, складирования и транспортировки сырой нефти стало почти полное сведение почвенного покрова, загрязнение водоемов и почвы нефтепродуктами, уничтожение лесов и загрязнение атмосферы. За этими нарушениями следует непредсказуемое изменение климата. Прокладка дорог без учета наклона местности сопровождается нарушением естественного стока, заболачиванием и гибелью леса. Всюду, куда ни помотришь с борта вертолета, видны участки эродированного почвенного покрова, постройки, емкости для хранения нефти и многочисленные факелы, в которых сгорает попутный газ и легкие фракции нефти. Вокруг факелов выгорает лес, но даже там, где он сохраняется, ослабленные деревья не могут противостоять натиску стволовых вредителей и служат местом их массового размножения. Размножившиеся насекомые разлетаются и атакуют участки здорового леса, ослабляя деревья и делая их уязвимыми для новой волны вредителей. Таким образом, нефтяное загрязнение почвы и естественных водоемов – не единственное негативное следствие воздействия человека на природу в процессе нефтедобычи, но и оно было бы не столь драматичным при условии правильного и продуманного регионального пространственного планирования.



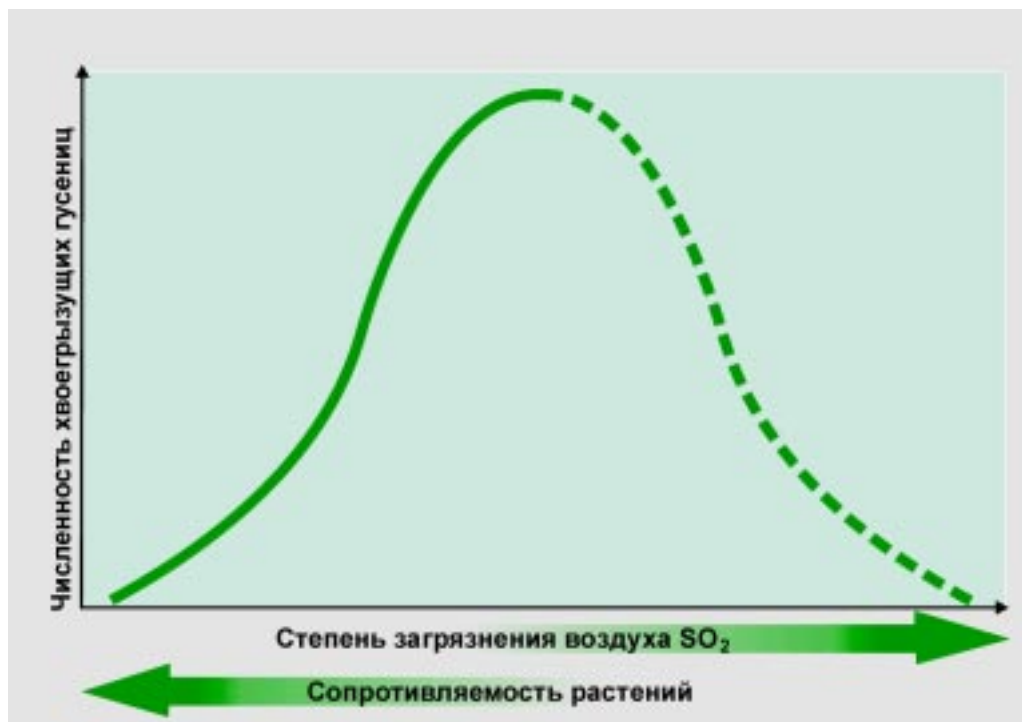
Загрязнение окружающей среды

Слово «загрязнение» стало обыденным; оно наводит на мысли об отравленных воде, воздухе, земле. Загрязнение можно определить как поступление любых веществ в неположенное место. Значит, принося пользу в одном месте, они вызывают загрязнение, когда выбрасываются или поступают туда, где никому не нужны, и могут нанести ущерб окружающей среде или здоровью человека. Загрязнения окружающей среды подразделяются на природные, вызванные естественными, обычно катастрофическими причинами (извержение вулкана, селевой поток и т.п.), и антропогенные, возникающие в результате деятельности людей.

Загрязнение окружающей среды отрицательно влияет на биоразнообразие, однако конкретные механизмы этого влияния различны и зависят от того, какая среда – воздух, вода или почва загрязнены.

Гибель растительности

Давно известно, что в результате загрязнения воздуха сернистым газом гибнет растительность. Леса, испытывающие стресс в связи с загрязнением, становятся более чувствительными к поражению насекомыми и патогенами. Под действием сернистого газа в хвое сосен происходят значительные изменения; наблюдается пожелтение хвоинок, а затем и их некроз, что в конце концов приводит к уменьшению охвоенности, суховершинности и разреженности крон деревьев. Под влиянием кислых осадков отмечается обеднение травянисто-кустарникового яруса, появление множества мертвопокровных участков, что вызывает повышение температуры воздуха под пологом леса. Замедляется рост сосновых деревьев и ослабевает их устойчивость к хвоегрызущим вредителям, в результате чего численность насекомых возрастает. Однако при слишком большом загрязнении численность хвоегрызущих вредителей уменьшается, несмотря на снижение сопротивляемости растений. В то же время общая плотность хвоегрызущих гусениц увеличивается, так как в результате повышения температуры снижаются смертность куколок и давление на них чувствительных к загрязнению хищников и паразитов. Кроме того, уменьшение охвоенности сопровождается дополнительной концентрацией и без того многочисленных гусениц на хвое, что в итоге приводит к быстрой гибели сосновых лесов.



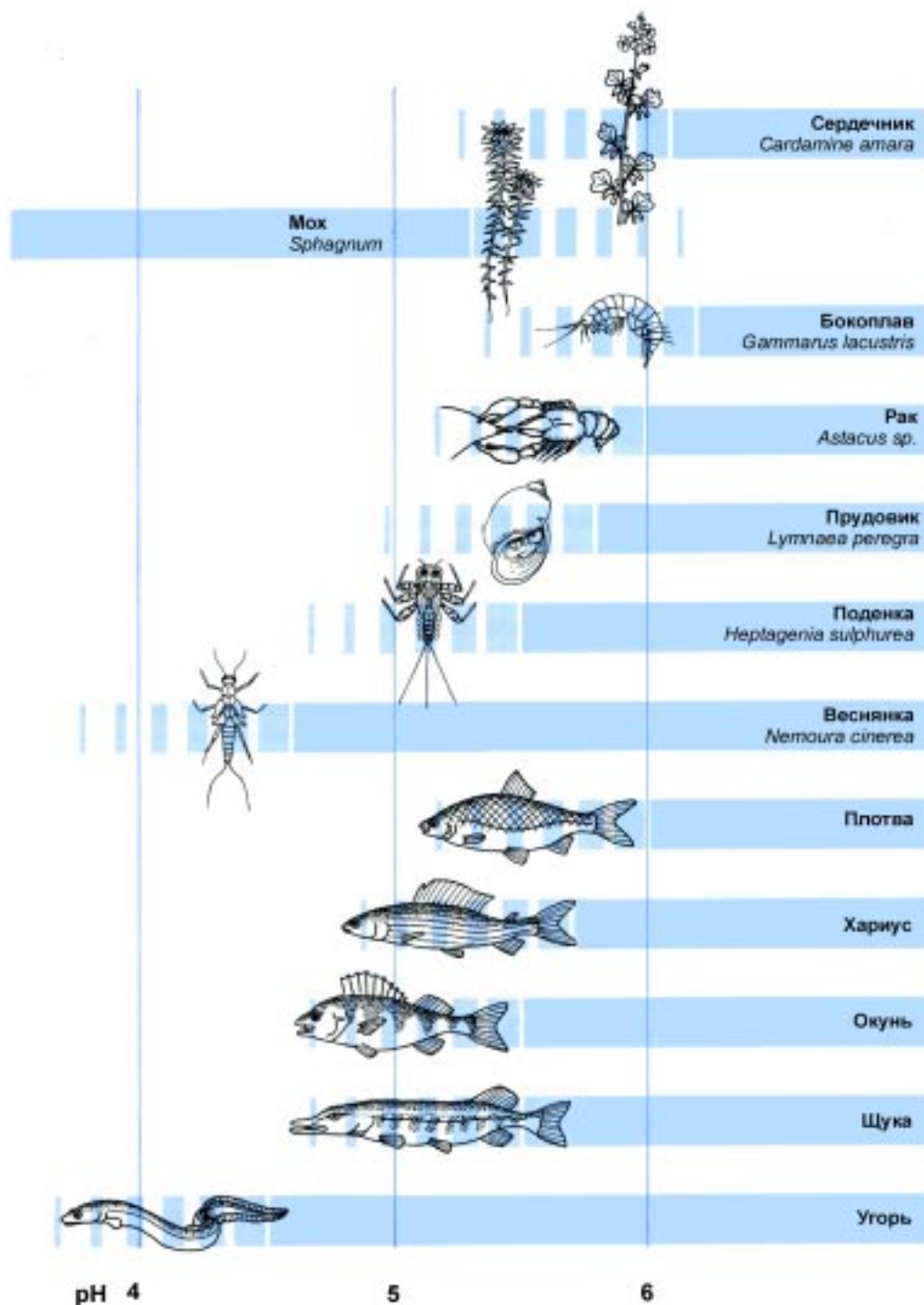
Загрязнение окружающей среды

Кислотные дожди

В отсутствие любых загрязнителей у дождевой воды обычно слабокислая реакция (рН 5,6), поскольку в ней легко растворяется углекислый газ из воздуха с образованием слабой угольной кислоты. Уже более ста лет отмечается выпадение кислотных осадков. Было установлено, что источником подкисления осадков служат выбросы ТЭС с высоким содержанием сернистого газа. Пытаясь избежать загрязнения приземного воздуха диоксидом серы, строители воздвигают высокие трубы, однако эта мера привела к усиленному превращению диоксида серы и оксидов азота в кислоту и их распространению на сотни километров от источника.

В пресноводных озерах, ручьях и прудах рН воды обычно составляет 7–8, и организмы адаптированы именно к этому уровню кислотности. Когда среда водных экосистем вследствие кислотных дождей подкисляется, большинство водных организмов погибает. Лишь немногие виды выдерживают повышенную кислотность воды. Наибольшей выносливостью отличаются угорь и веснянка *Nemoura cinerea*. В то же время мох сфагнум чувствителен к снижению кислотности воды и наиболее благоприятна для него очень кислая среда. Влияние кислотных осадков на экосистемы усиливается в период таяния снегов, когда все накопившиеся за зиму кислотные осадки устремляются в ручьи и реки как раз в период размножения большинства животных. Продуктивность пресных вод, имеющих кислотность менее 5, резко понижена, что влечет за собой значительное сокращение уловов рыбы, а у самих рыб наблюдается так называемый «рН-шок».

Наряду с гибелью озер происходит и деградация лесов. Замедление роста и гибель некоторых видов деревьев наблюдается во многих районах, страдающих от кислотных дождей. Эти осадки вместе с другими загрязнителями, по-видимому, создают стресс, не выдерживаемый лесной экосистемой. Подкисление озер и рек достаточно сильно влияет и на сухопутных животных, так как многие птицы и звери составляют звенья в составе пищевых цепей, начинающихся в водных экосистемах.



Загрязнение окружающей среды

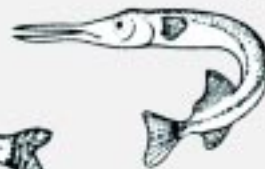
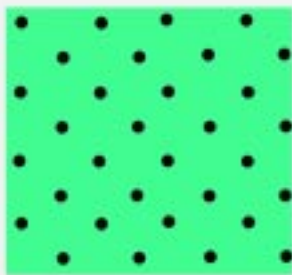
Биоконцентрирование

В круговоротах участвуют не только *биогенные элементы*, но и многие загрязняющие вещества. Некоторые из них не только циркулируют в окружающей среде, но и имеют тенденцию накапливаться в организмах. Как правило, биомасса при переходе от одного *трофического уровня* к другому уменьшается. Поэтому в цепи питания, то есть цепи, образованной последовательностью поедающих друг друга организмов, происходит накопление веществ, не удаляемых из организма ни при экскреции, ни при дыхании. Примером служат хлорорганические соединения (ДДТ и др.), применявшиеся в качестве контактных инсектицидов и попавшие в разные органы плотоядных позвоночных. При этом в каждом последующем звене цепи питания концентрация загрязнителя возрастает.

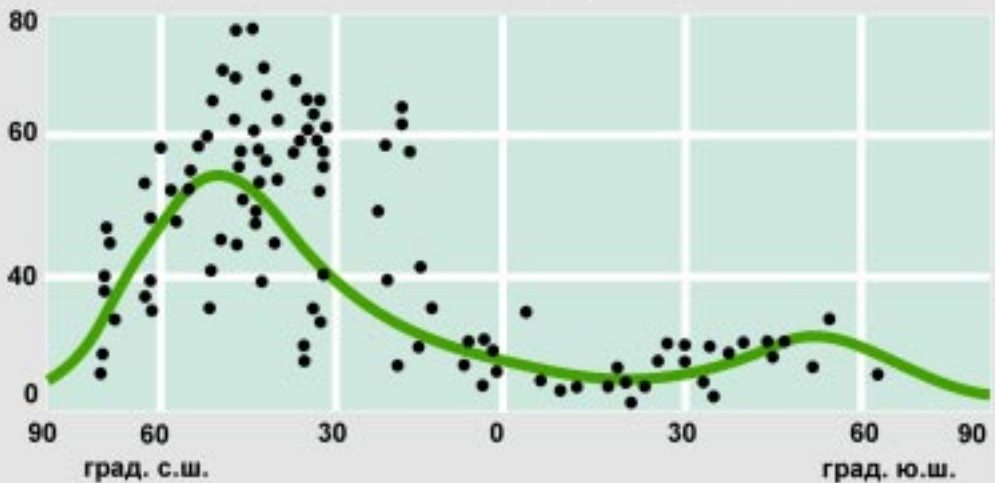
Опасность биоконцентрирования патогенных веществ усиливается в результате того, что разные организмы избирательно поглощают и запасают отдельные элементы или соединения. Ртуть, например, может содержаться в воде и придонном иле в относительно безвредных концентрациях, тогда как ее содержание в организме водных животных, имеющих раковину или панцирь, иногда достигает летального для них уровня.

Продукт ядерного распада стронций-90, постоянно накапливающийся в атмосфере и выпадающий на землю с атмосферными осадками, легко поглощается листьями и корнями растений и в конце пищевой цепи вместе с кальцием откладывается в костях позвоночных. Из-за большого периода полураспада продолжительностью 29 лет этот опасный радионуклид долго сохраняется в растениях и почве. Западные ветры приносят с собой дождь с высоким содержанием стронция-90. На 50° северной широты, где наиболее часты осадки и формируются богатые сообщества лесостепной зоны с хорошо развитым почвенным покровом, приходится максимум концентрации опасного радионуклида стронция-90 и создается реальная угроза для биоразнообразия. В южном полушарии максимум осадков также приходится на 50° широты, однако концентрация радионуклида здесь меньше ввиду не столь значительного использования ядерных материалов.

Концентрация ДДТ в организме (мкг/г) и относительная биомасса в четырех звеньях пищевой цепи



Содержание стронция-90 в почве (мКи/км²) в зависимости от географической широты



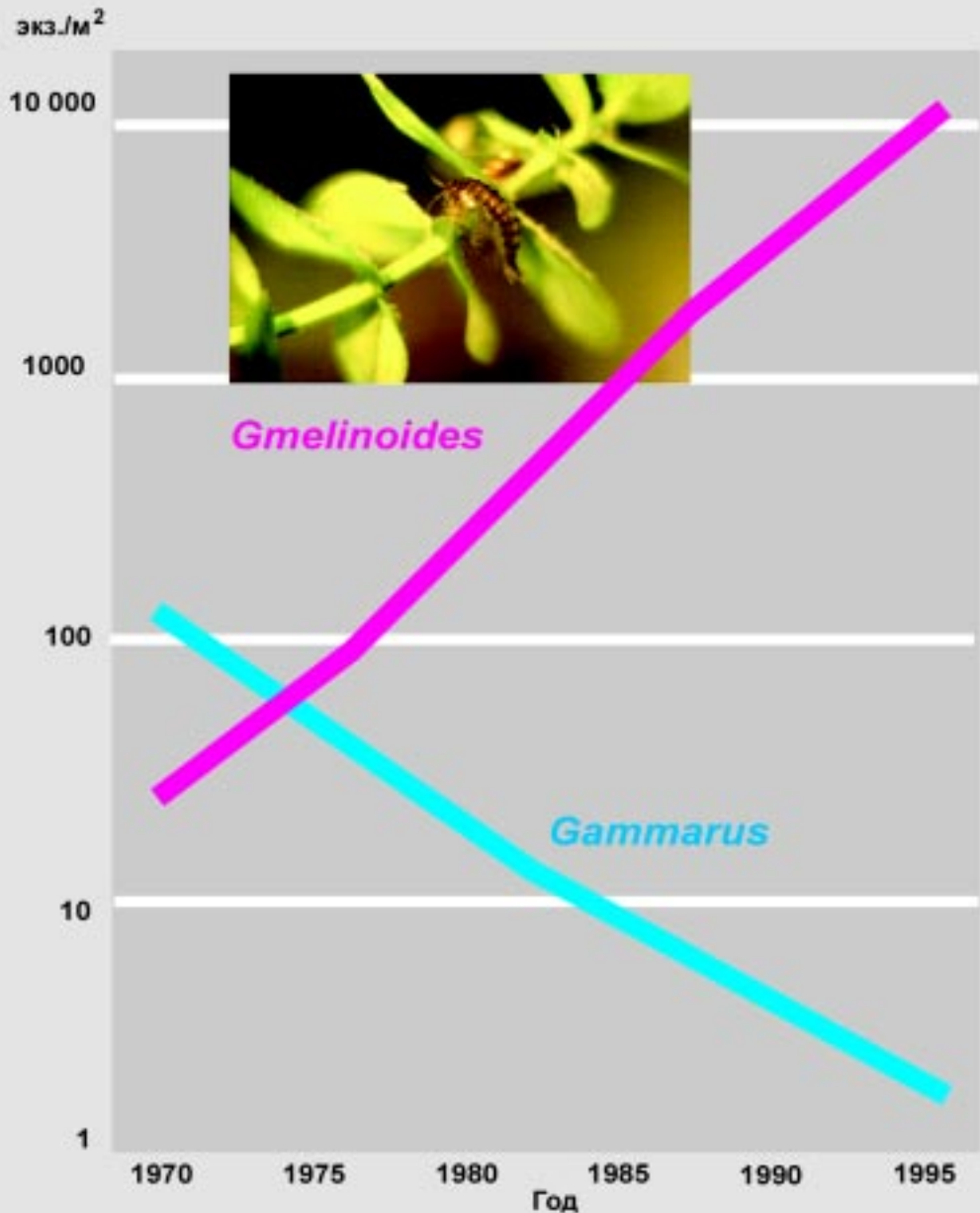
Виды-вселенцы разрушают экосистемы

Вселение чужеродных видов животных и растений в природные сообщества в результате человеческой деятельности представляет собой своего рода «биологическое загрязнение». Такое «биологическое загрязнение» сравнимо по своим последствиям с другими видами загрязнения, а в ряде случаев ущерб окружающей среде от видов-вселенцев значительно превышает отрицательные последствия от действия всех других антропогенных факторов. Кроме того, в отличие от большинства загрязняющих веществ, которые в водных экосистемах обычно распадаются в ходе процессов самоочищения и поддаются эффективному контролю со стороны человека, успешно вселившиеся организмы, быстро размножаясь и распространяясь в окружающей среде, могут привести к необратимым последствиям – вплоть до разрушения экологических систем.

В настоящее время чужеродные виды часто попадают в новую для них среду с балластными водами судов. Это явление приобрело глобальный характер и из-за непредсказуемости последствий получило красноречивое название «экологической рулетки». Нерегулируемый сброс балластных вод в Балтийское море уже привел к вселению сюда более двадцати чужеродных видов.

В прошлом чужеродные виды специально вселяли в водоемы в целях улучшения кормовой базы для рыб (намеренная интродукция), и часто эти недостаточно продуманные действия приводили к негативным последствиям как для рыб, так и для других компонентов природных экосистем. Намеренная интродукция в водоемы бассейна Балтийского моря в начале 1970-х годов байкальского бокоплава гмелиноидеса – наиболее яркий по своим последствиям пример активной деятельности человека по преобразованию природы. Вселение гмелиноидеса было проведено без учета таких важных биологических особенностей этого байкальского рачка, как способность к хищному питанию и активному саморасселению. Всего 10 лет понадобилось этому небольшому хищному рачку, чтобы по протокам реки Вуоксы проникнуть в Ладожское озеро и широко там расселиться. В настоящее время гмелиноидес является самым многочисленным представителем фауны прибрежной зоны этого крупнейшего в Европе озера, причем наблюдается процесс вытеснения местных видов беспозвоночных животных и, как результат, упрощение структуры и снижение видового разнообразия ладожской фауны. В таком крупном водоеме, как Чудское озеро, произошло полное вытеснение гмелиноидесом местного вида бокоплавов.

Динамика численности бокоплавов
Gammarus lacustris и *Gmelinoides fasciatus*
в Чудском озере



Разрушение естественных местообитаний

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. Исключения составляют немногие виды животных и растений, которые мы называем сорными и с которыми не желаем делить будущее планеты. Вероятно, такие насекомые и сорняки обладают диапазоном наследственной изменчивости, позволяющим адаптироваться к быстрым изменениям среды, наступающим в результате ее нарушения, но большинство более крупных растений и животных к этому неспособны.

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.

Разрушение естественного местообитания часто начинается с его фрагментации на отдельные изолированные участки. Весной петухи глухаря собираются на ток. Площадь участка леса, необходимого для тока, должна быть не менее 5–8 гектаров. Сокращение участков леса, пригодных для токования, неизбежно приводит к падению численности этого вида.

Изменение любого природного фактора в результате деятельности человека неизбежно приводит к нарушению равновесия экосистемы, следствием чего часто становится ее разрушение и утрата природного местообитания. *Биогены*, поступающие со стоками животноводческой фермы, стимулируют рост фитопланктона в реке; последний затеняет *бентосную растительность* и лишает рыб и других водных животных убежища, пищи и растворенного в воде кислорода. Постепенно река заполняется биогенами, которые покрывают все дно, и со временем некогда живописная речка под влиянием стоков животноводческого комплекса превращается в топкое и зловонное болото, густо поросшее *ярко-зеленой рудеральной растительностью*.

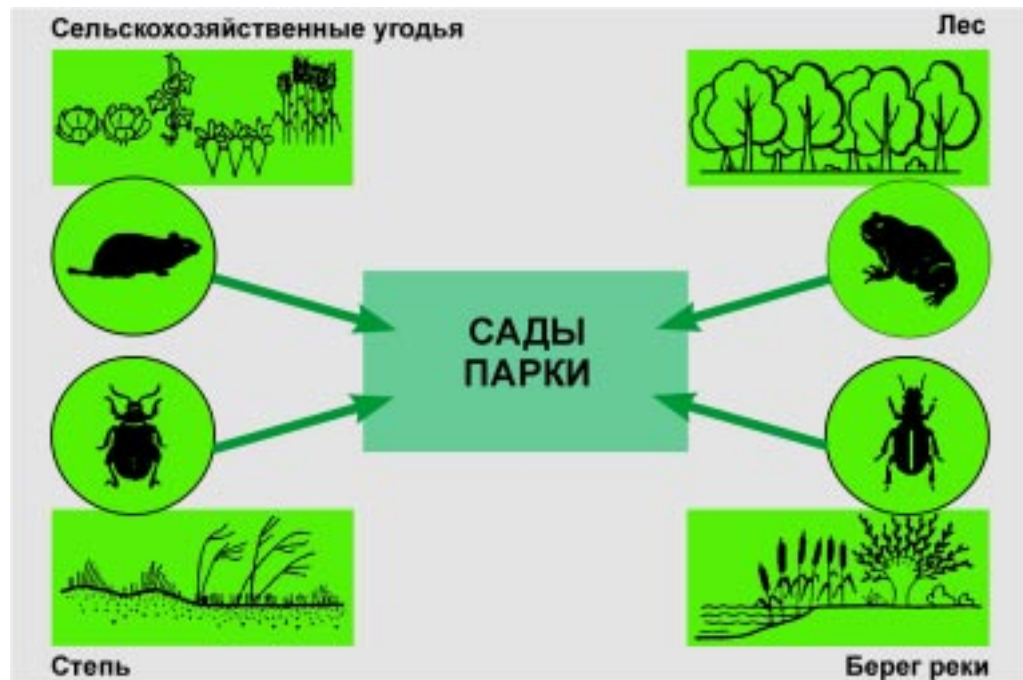


Биоразнообразие городских ландшафтов

Город определяют как неустойчивую природно-антропогенную систему, состоящую из архитектурно-строительных объектов и резко нарушенных естественных экосистем. По сути дела, город представляет собой искусственную среду обитания, освоение которой различными группами животных и растений происходит по-разному. В городе свой микроклимат. Для него характерны незначительные суточные и годовые колебания температуры. *Смог*, хотя днем и снижает солнечное излучение, ночью препятствует отдаче тепла. Наблюдается так называемый «эффект духовки», то есть нагревание стен, отражение ими тепла, быстрый сток осадков и ослабленное в связи с этим охлаждение. Кроме того, город сам производит тепло.

Городская фауна и флора могут включать как первоначально существующие в данном месте виды, так и пришельцев. Часть видов сохранилась в городах еще с «догородских времен». С продовольствием, материалами, растениями в города постоянно заносились и заносятся различные животные. Прежде всего их находят в складах, амбарах, теплицах, на вокзалах, в портах и тому подобных местах. Наиболее обычны для городов виды, связанные со скальными местообитаниями. Вертикальные стены домов с их щелями и потенциальными убежищами напоминают скалы и заселяются так называемыми *эпилитными видами*. Встречающиеся главным образом в городах очень многочисленные колонии голубей ведут свое начало от сизого голубя. В природе сизый голубь гнездится почти исключительно в расселинах и углублениях скал. К числу эпилитных видов относится также черный стриж и домовый воробей. Кроме того, для городов характерна особая фауна подвальных помещений, представители которой имеют много общего с обитателями нор и пещер.

Значительно богаче разнообразие видов в городских парках и садах. Садовые участки в черте города характеризуются сочетанием небольших засаженных декоративными растениями гряд, разделяющих их дорожек, мелких газонов и различных по площади и густоте древесных насаждений. В большинстве случаев много открытого грунта. Такая мозаичность ландшафта городских садов и парков определяет характерный набор видов животных, среди которых есть представители лесных и степных сообществ, а также обитатели водоемов и сельскохозяйственных угодий. В городских садах и парках обычно гораздо шире, чем в районах плотной застройки, представлены птицы, которые находят здесь пищу и места, пригодные для гнездования.



Сохранение биоразнообразия: как этого добиться

Исследовательские программы

Для того, чтобы замедлить уменьшение биоразнообразия, непременно нужна надежная информация о тех процессах, которые происходят в природе. Прежде всего необходимо оценить характер и масштаб угрозы биоразнообразию, выявить потенциально возможные факторы его сокращения. Большое внимание в исследованиях уделяется изучению особенностей функционирования конкретных экосистем, определению характера взаимодействия между видами, входящими в состав сообщества, и выяснению структуры биотического сообщества.

Изучение биоразнообразия проводится, как правило, по следующим основным направлениям: 1) исследование территорий и оценка *биотопов*, 2) инвентаризация биотопов с особым вниманием к ключевым из них, то есть таким, которые особенно важны для сохранения редких видов, 3) оценка состояния и мониторинг редких видов и видов, численность которых угрожающе сокращается, 4) картирование наземных и водных экосистем и т.д. Результаты исследования служат основой для ландшафтно-экологического планирования, составления рекомендаций по использованию той или иной территории без ущерба для биоразнообразия, а также для разработки методов восстановления *водно-болотных угодий*, лесов, пастбищ и т.д.

В последнее время при исследовании биоразнообразия большое внимание уделяется «чувствительным» компонентам экосистем, то есть особенно уязвимым к различным формам антропогенного воздействия. Так, например, организмы с коротким жизненным циклом наиболее подвержены неблагоприятным воздействиям со стороны человека. Их реакция проявляется в быстром изменении численности и плотности популяции, возникновении мутантных форм, снижении жизнеспособности особей. Реакция организмов с длинным жизненным циклом будет заметна лишь через длительный промежуток времени. Большое значение при этом имеет выявление наиболее чувствительной стадии их жизненного цикла. Как правило, это стадии размножения и расселения. При планировании мероприятий по охране мигрирующих видов, например птиц, важно учитывать трассы пролета и расположение мест стоянок. Составление карт миграции сухопутных и водоплавающих птиц позволяет предотвратить многие неблагоприятные воздействия.



Образовательные программы

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 высидывают 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 дистантного обучения. Создаются различные мультимедийные продукты: базы данных, справочники, определители и т.п.

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», а также многие другие.



Сохранение редких видов

Охота, сбор и коллекционирование животных и растений, разрушение местообитаний, конкуренция со стороны интродуцированных видов, загрязнение окружающей среды – вот те факторы, которые создают угрозу биоразнообразию. Многие виды представлены столь небольшими по численности популяциями, что их будущее вызывает серьезную тревогу. В зависимости от степени и характера угрозы существованию такие виды подразделяются на следующие четыре категории:

1. Исчезающие виды – находящиеся под серьезной угрозой исчезновения, спасение которых уже невозможно без осуществления специальных мер охраны.

2. Сокращающиеся виды – численность которых продолжает быстро и неуклонно сокращаться и которые в ближайшем будущем могут переместиться в категорию 1.

3. Редкие виды – не находящиеся еще под угрозой вымирания, но встречающиеся в таком небольшом количестве или на таких ограниченных территориях, что риск исчезновения достаточно велик.

4. Виды, требующие повышенного внимания – не принадлежащие к категориям 1–3, но нуждающиеся в особом внимании. Часто к этой категории относят малоизвестные виды, очевидно находящиеся под угрозой исчезновения, но недостаток сведений о которых не позволяет достоверно оценить состояние их популяций.

К категории исчезающих видов чаще относятся животные, занимающие высокие уровни в цепях питания, такие как хищные птицы и млекопитающие. Они редки даже в ненарушенной среде обитания и очень уязвимы к любым формам антропогенного воздействия. Высока уязвимость видов-эндемиков, так как территория их распространения весьма ограничена. Наконец, к категориям 1 и 2 часто относят виды со специфическими требованиями к среде обитания, например белоспинного дятла, диету которого составляют личинки насекомых, развивающиеся в трухлявых стволах деревьев лиственных пород.

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

**Распределение редких и исчезающих видов
Северо-Запада России
по систематическим группам**



**Позвоночные
животные, 60 видов**

Птицы	34
Млекопитающие	16
Рыбы	10



**Беспозвоночные
животные, 730 видов**

Жуки	330
Чешуекрылые	150
Другие насекомые	180
Другие животные	70



**Высшие растения,
около 200 видов**



**Грибы, лишайники,
490 видов**

Красная книга фактов – сигнал опасности

На основании исследования видов, вызывающих тревогу из-за сокращения их численности, составляются списки редких и исчезающих видов животных и растений. Под эгидой Международного союза охраны природы (МСОП) издаются Красные книги фактов (Red Data Books) и Красные списки (Red Lists) с данными о состоянии популяций различных видов животных и растений, которым грозит исчезновение. В предисловии к первому изданию Красной книги (Дикая природа в опасности) в нашей стране (Москва, Издательство «Прогресс», 1976) сказано: «Красная книга – это документ совести Человека. Каждая нация перед лицом мира несет ответственность за сокровища своей природы. За последние триста пятьдесят лет с лица Земли исчезло более шестидесяти видов зверей и почти сто видов птиц. Из них треть – в последние пятьдесят лет, практически на глазах нашего поколения». Эти строки были написаны более четверти века тому назад, но мы продолжаем прибавлять к этому списку все новые названия. Недавно описанные изображения позднепалеолитических охотников из пещеры Шове (юг Франции) дают представление о когда-то живших млекопитающих: мамонте, носороге Мерка и пещерном медведе, исчезнувших на заре цивилизации, около 30 тыс. лет тому назад.

Издаются международные, национальные и региональные Красные книги. В Красную книгу Восточной Фенноскандии (Финляндия, север Ленинградской области, Республика Карелия и Мурманская область) включены сведения о 1714 редких и исчезающих видах. Среди видов, данные о которых получены по всем рассматриваемым районам, 40 считаются исчезнувшими, 81 находится под угрозой исчезновения и 129 уязвимы в пределах своего региона. Для каждого вида, включенного в Красную книгу, указано латинское название, его синонимы, а также местные названия и обилие в пределах района распространения. Цифра 2 означает, что вид в ближайшем будущем может стать очень редким, а знак «←» красноречивее всяких цифр указывает на его отсутствие. Мак лапландский встречается только в Мурманской области на Кольском полуострове и как всякий эндемик заслуживает особого внимания.

В 1999 году вышел в свет первый том Красной книги природы Ленинградской области, посвященный Особо охраняемым природным территориям (ООПТ). Второй том содержит сведения о растениях и грибах, а третий том – о животных.



Papaver
lapponicum ssp.
lapponicum
 (*Papaveraceae*)

Papaver radicans ssp.
lapponicum; incl. *P. lujaurense*,
P. tolmatchevii, *P. chibinense*.

E: Lapland Poppy

F: Lapinunikko

R: Мак лапландский

S: Kolavallmo

FIN -, N LEN-, KAR -, MUR 2



Развитие сетей ООПТ

Наиболее эффективной формой сохранения биоразнообразия и экологической стабильности в регионах является организация различного рода Особо охраняемых природных территорий: заповедников, заказников, национальных и природных парков и др.

Зачем нужны ООПТ

Участки с ценными природными объектами получили название «Особо охраняемые природные территории». Для чего нужны ООПТ? Как ни странно, в научном мире на этот вопрос стали искать ответ сравнительно недавно. Только в 1923 году профессор зоологии Среднеазиатского университета А. Л. Бродский указал на то, что основная функция заповедников состоит не в том, чтобы служить эталоном природы для экологических исследований, а в том, чтобы гарантировать здоровое состояние среды и тем самым поддерживать экологическую устойчивость. Развитие теории заповедного дела прошло через этап определения задач, которые призваны решать ООПТ, этап выяснения минимального размера изымаемой из хозяйственного использования территории и, наконец, этап определения оптимального режима заповедования. Эти и другие задачи постепенно решаются в процессе исследований и организации новых заповедных территорий.

Существуют разные категории ООПТ. Иногда к ним относят участки, где запрещена, например, охота или рубка леса главного пользования, а все основные виды деятельности разрешены. Для сохранения наиболее крупных, эталонных и уникальных участков природы создают заповедники и национальные парки, где поддерживается строгий режим охраны. В России всего 2 % территории занято ООПТ этой категории. Остальные 98 % покрыто сетью более мелких ООПТ, таких как природные парки, заказники, памятники природы и т.п. Нередко задачу охраны того или иного природного комплекса нельзя решить в рамках одного ООПТ, что заставляет специалистов объединять ресурсы нескольких ООПТ. Так, уникальную задачу сохранения природных комплексов Восточного Приладожья удалось решить совместными усилиями Нижнесвирского заповедника, нескольких заказников и болот – памятников природы. Итогом их совместной деятельности стало спасение от разрушения крупнейшей в Северной Европе стоянки гусей, которую посещают во время весенних миграций сотни тысяч птиц.



Развитие сетей ООПТ

Критерии выделения ООПТ

По данным ученых, для сохранения природной среды в целом и для оптимизации ее использования необходимо сбалансированное сочетание заповедных территорий и объектов особой охраны с территориями и объектами интенсивного использования человеком, где хозяйственная деятельность сопровождается охранными мероприятиями. С помощью ООПТ люди пытаются сохранить редкие и типичные участки лесов, лугов, болот, водоемов и других природных экосистем, редкие и массовые виды растений и животных в их естественной среде обитания, традиционные трассы пролета и места зимовок птиц, пути прохода и нерестилища рыб и другие природные явления и процессы.

Критериями для выделения ООПТ служат такие показатели, как видовое разнообразие, наличие редких видов и мест массового размножения животных и растений, наличие интересных биотических сообществ, участков размножения видов из других местностей, возможности использования территории для рекреации, гидрологические характеристики и ряд других. При планировании ООПТ важно учитывать особенности формирования фауны и флоры островов. Так, согласно «островной» теории Р. Мак-Артура и Е. Уилсона один крупный «моноклитный» заповедник обладает преимуществами перед любым числом мелких заповедников, занимающих одинаковую площадь. Наличие коридоров между крупными заповедниками облегчает миграцию и потому способствует поддержанию высокого уровня биоразнообразия.

Особого внимания заслуживают водно-болотные угодья, такие как низкие побережья, верховые и низовые болота, видовое разнообразие которых чрезвычайно высоко благодаря сочетанию наземных и водных местообитаний. Их природные комплексы играют исключительно важную роль в качестве мест стоянок и кормовых угодий в период весеннего пролета водоплавающих и околоводных птиц. К другим экосистемам, требующим повышенного внимания, относятся так называемые «биологические коридоры», которые соединяют фрагменты экосистем и используются многими видами для колонизации новых территорий. «Биологические коридоры» нуждаются в охране в первую очередь, как и наиболее богатые видами, но уязвимые сообщества коралловых рифов (см. стр. 62).



Развитие сетей ООПТ

ООПТ «не знают» государственных границ

Создание сети ООПТ ведется в большинстве стран мира. Начало созданию ООПТ в Северо-Западном регионе России было положено еще в 1930-х годах, и к настоящему времени здесь существует их разветвленная сеть. Проектируются новые ООПТ. В перспективе – формирование оптимальной сети ООПТ на Северо-Западе России, смыкающейся с заповедными территориями сопредельных стран в единую непрерывную систему. Только при этом условии удастся плодотворно решать задачи сохранения биоразнообразия. Многие ныне существующие и планируемые национальные парки и иные ООПТ Республики Карелия «не признают» государственной границы, что позволяет финским и российским ученым объединить усилия при изучении путей миграции животных и создании условий сохранения различных видов. Фрагментация местообитаний, как мы помним, – первый шаг на пути к сокращению численности вида.

Важнейшим условием сохранения биоразнообразия во всем Баренцевом Евро-Арктическом регионе России является охрана старовозрастных коренных лесов таежной зоны. С этой целью в регионе создается сеть ООПТ, которая в настоящее время насчитывает 243 территории, в том числе 6 заповедников, 61 заказник, 3 национальных парка и 172 памятника природы, что составляет 5,2 % материковой части региона. По данным на 1 января 2000 года в зоне Арктики в разных странах процент заповедных территорий от общей площади суши различен. Для России указаны только заповедные территории федерального подчинения и не учтены значительные по площади ООПТ регионального подчинения.

Страна	Доля заповедных территорий, %
Россия	5,6
Канада	9,5
Исландия	12,0
Швеция	22,8
Норвегия	25,3
Финляндия	30,8
Гренландия	45,6
США (Аляска)	50,2



Биотехнические мероприятия

В результате преобразования природы человеком многие виды животных и растений поставлены на грань уничтожения. Меры по охране таких видов часто носят пассивный характер: составляются Красные книги фактов, запрещается добыча редких видов, ограничивается международная торговля, создаются заповедники, национальные парки и т.п. К сожалению, не всегда таких мер оказывается достаточно. Для спасения исчезающих и редких видов необходимо предпринимать целенаправленные действия. К таким интенсивным методам охраны относятся в первую очередь биотехнические мероприятия: создание устройств, предотвращающих гибель животных на линиях электропередач или при сельскохозяйственных работах, разведение в неволе и расселение редких видов, их подкормка в неблагоприятные периоды года и т.д.

Каждый человек, который когда-либо в своей жизни развешивал скворечники или устанавливал кормушки в зимнем лесу, принимал участие в биотехнических мероприятиях. Широко известны проводимые охотниками биотехнические работы по подкормке промысловых животных, созданию солонцов, посевов кормовых растений и т.п. В ряде случаев с помощью биотехнических мероприятий удалось восстановить деградированные экосистемы. Классическим примером возврата к жизни крупной экосистемы, населенной большим числом видов животных и растений и играющей важную роль в экономике целого региона, может служить озеро Весиярви на юге Финляндии. Обычные для конца 1980-х годов вспышки массового размножения синезеленых водорослей сопровождали поступление в водоем биогенов «внутреннего» и «внешнего» происхождения. Суть биотехнических мероприятий, осуществленных после тщательного изучения ситуации, свелась к сокращению поступления биогенов в озеро. Источником «внутренних» биогенов (фосфора) оказались многочисленные косяки плотвы, а с сельскохозяйственных полей в озеро поступали насыщенные биогенами (азотом) смывные воды. К началу 1990-х годов удалось предотвратить эвтрофикацию озера: прекратились вспышки массового размножения синезеленых водорослей, повысилась прозрачность воды, восстановились пищевые цепи, возросла активность хищников, которые эффективно регулируют численность плотвы, и т.д. Снова, как и прежде, местное население использует озеро в качестве источника питьевой воды, для отдыха и рыбной ловли. Началась вторая жизнь озера Весиярви.



Охрана биотопов, их восстановление

Поддержание биотопов в здоровом состоянии, их восстановление – важные мероприятия по сохранению и увеличению биоразнообразия. Наряду с технологическими мерами эта форма деятельности требует проведения детальных экологических и биологических исследований территории и разработки соответствующих методов оценки состояния биоразнообразия и его мониторинга.

В комплекс мер по восстановлению биотопов входят мероприятия, направленные на поддержание в естественном состоянии водно-болотных угодий, страдающих от мелиорации, осушения, загрязнения и нерационального использования их ресурсов. Восстановление и реконструкция водно-болотных экосистем требует применения широкого спектра различных методов. Другую важную задачу в Северо-Западном регионе России составляет восстановление и уход за старовозрастными лесами, дающими приют большому числу характерных для региона видов.

Вопреки своему названию старовозрастные леса отнюдь не исчерпали своего ресурса; они полны жизни, богаты видами млекопитающих, птиц и насекомых, поддерживают высокий для своих широт уровень продуктивности. Старейшие в Европе северотаежные леса произрастают на территории Кольского полуострова. Их ценность значительно превосходит стоимость добываемых здесь полезных ископаемых и вполне заслуживает организации на этих территориях национальных парков и заказников.

Особое значение имеет сохранение ключевых биотопов, которые служат местом обитания многих характерных для данной местности видов животных и растений. Богаты видами заливной разнотравный луг, заболоченный черный ольшаник и многие другие. Мелководные участки вдоль южного берега Финского залива – место стоянок пролетных водоплавающих птиц. Верховые сфагновые болота обладают огромными запасами ягод и потому служат прекрасными кормовыми станциями для серого журавля и многих перелетных птиц. В сплошных массивах вересковых сосняков встречаются участки южноборовых видов-реликтов послеледникового степного периода. Такие биотопы, как например лесные ручьи с их заболоченным окружением, служат своего рода индикаторами состояния лесной экосистемы в целом и позволяют судить о состоянии леса на большой территории.



Устойчивое использование природных ресурсов

«Устойчивое» использование территории означает ведение хозяйства без ущерба для биоразнообразия. Оно особенно актуально по отношению к лесному и сельскому хозяйству. Устойчивое «управление» лесами направлено на поддержание лесных массивов в таком состоянии, при котором изъятие древесины не приводит к нарушению устойчивости лесных экосистем и сокращению биологического разнообразия. При этом особое внимание уделяется сохранению крупных сплошных массивов леса, ключевых биотопов и поддержанию климаторегулирующих и иных полезных функций леса. Несмотря на определенные успехи в разработке методов устойчивого управления лесами, их эксплуатация неизбежно сказывается на составе атмосферы и свойствах климата в планетарном масштабе. Расчеты показывают, что если бы богатые лесами страны сократили площадь территории, на которой ведутся лесозаготовки, на 30–40 %, то этого оказалось бы достаточно для полного исключения роста концентрации CO_2 в атмосфере.

Принцип устойчивого использования природных ресурсов в сельском хозяйстве иллюстрирует зависимость числа видов сосудистых растений на одном квадратном метре поляны от способа ее эксплуатации. Долгое время поляна служила покосом, а затем была заброшена. Наибольшее видовое разнообразие наблюдается на поляне, которая после прекращения сенокосения используется для умеренного выпаса скота, то есть на поляне, переживающей первую стадию восстановления после использования в качестве покоса. Видовое богатство поляны, на которой после сенокосения проводят выпас скота, лишь незначительно уступает видовому богатству поляны, недавно превращенной в пастбище. Если скот не выпасают вообще, видовое разнообразие растений падает. Заращение поляны деревьями и кустарником сопровождается дальнейшим снижением уровня биоразнообразия, но особенно отрицательно сказывается на биоразнообразии применение удобрений. Таким образом, длительный, но умеренный выпас скота превращает землю в полунатуральные луга и лесистые пастбища, изобилующие видами растений и радующие красотой ландшафта. Разработка и оценка критериев и индикаторов для ведения экологически устойчивого лесного и сельского хозяйства имеет первостепенное значение в сохранении биоразнообразия.

Число видов сосудистых растений на 1 м² пастбища на различных стадиях его зарастания



Поляна, на которой после сенокоса выпасают скот



Заброшенная на 10–20 лет поляна



Мелколиственный лес

45



Поляна, недавно превращенная в пастбище

40



Поляна, на которой после сенокоса не выпасают скот

35

30



Березовая роща на заброшенном пастбище

25

20



Пастбище, удобряемое в течение 10 и более лет

15

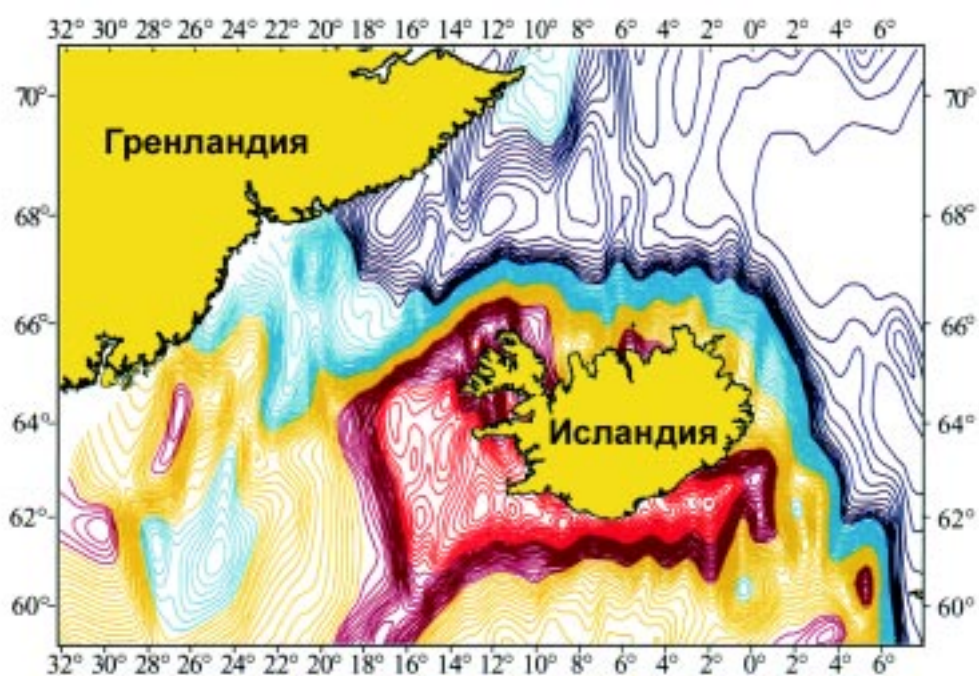
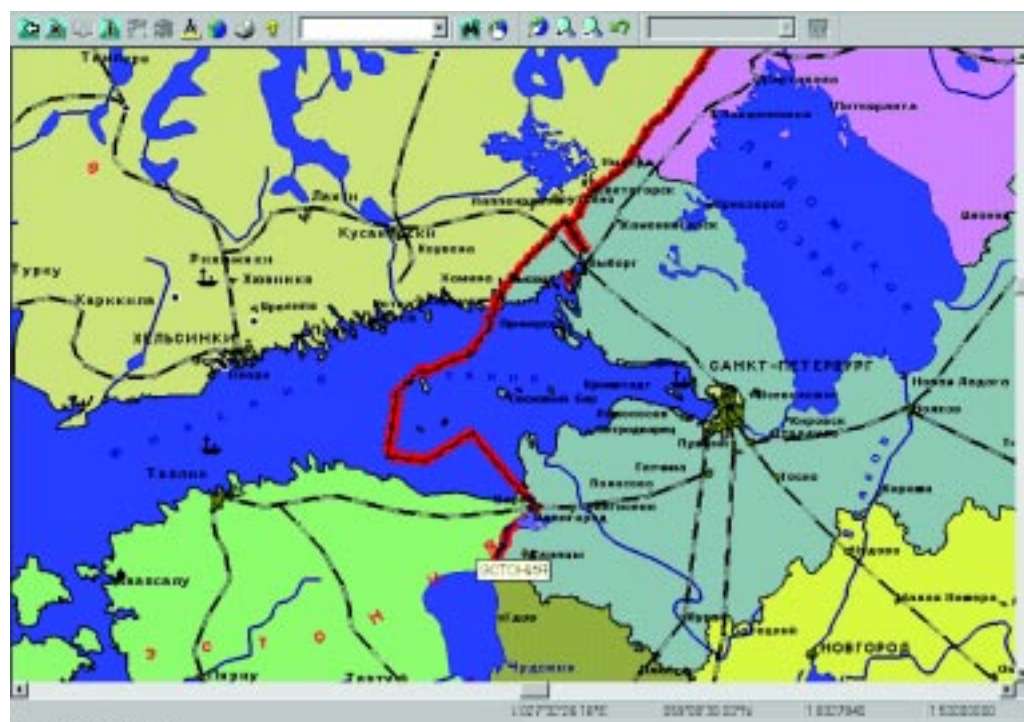
10

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, экологического моделирования, а также позволяют осуществлять мониторинг биоразнообразия. Так, распределение видов в море часто определяется средним годовым ходом температуры в придонном слое воды. Карта температур морского дна между Гренландией и Исландией показывает градиент температур от $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (голубые линии изотерм) до $+7,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (красные линии). Подобная информация в сочетании с данными о солености и глубинах создает основу для анализа особенностей распределения донных видов, их разнообразия, видового состава и закономерностей миграций.

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.



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 возрастании содержания загрязняющих веществ в воздухе. Например, лишайник *Lobaria pulmonaria* чувствителен даже к крайне низкому содержанию в воздухе загрязняющих веществ. Метод лишеноиндикации 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.



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. Логическим завершением мониторинга служит ответ на вопрос: «что делать?». Однако мониторинг тем и отличается от других схем исследования и наблюдения, что он непрерывен, так как следствием принятия решения на основе полученных рядов наблюдений будет определение новых целей и задач.

Данные, получаемые в процессе мониторинга, служат основой для составления экологического прогноза. Точность прогноза зависит от того, насколько полно решены следующие три задачи: 1) сбор, идентификация и анализ эмпирической информации; 2) построение модели, с помощью которой составляется прогноз, и 3) использование этой модели и принятие экологического оптимального решения. Оценка окружающей среды предполагает сравнение ее состояния с определенными нормами. В качестве критериев могут выступать показатели естественного ненарушенного состояния природных комплексов или фоновые параметры среды. Разрабатываются нормативные показатели, характеризующие меру возможного воздействия человека на природу.

Большое внимание в мониторинге биоразнообразия уделяется проблеме размещения точек наблюдения в пространстве и во времени. На практике приходится иметь дело с самыми разными схемами. Так, например, организация мониторинга на базе *биосферных заповедников* осуществляется на основе селективного подхода, что в реальной жизни выглядит как селективно-точечно-площадная схема. В то же время материалы космической съемки очевидно дают регулярную или селективную, непрерывную схему наблюдений. В каждой точке может быть реализована своя внутренняя для нее схема организации измерений. Выбор варианта схемы территориальной организации наблюдений определяется конкретными задачами, свойствами объекта, техническими и экономическими возможностями и т.п.



Глобальная система наземных наблюдений (GTOS)

Мониторинг биоразнообразия не может проводиться в отрыве от наблюдений 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 биогеофенов в Чудское озеро.

Категории участков и пунктов, входящих в GTOS	Количество участков или пунктов	Площадь обследуемой территории (км ²)	Основные объекты и переменные, подлежащие наблюдению	Частота сбора данных
1. Участки для проведения крупномасштабных экспериментов	10	1000	Изменение газового состава и границ биомов на экологических мегатрансектах	По специальной программе
2. Центры долговременных исследований	100 (40 – экологических, 40 – агрономических, 20 – гидрологических)	10	Изменение круговорота энергии, воды, углерода, питательных веществ	Стандартные измерения, регулярно в течение года с разной частотой
3. Полевые станции	1000 (400 – экологических, 400 – агрономических, 200 – речных, озерных и др.)	1	Изменение продуктивности экосистем, урожайности полей, характера землепользования	Стандартные измерения, регулярно в течение года с разной частотой
4. Участки периодических наблюдений	10 000	0,01 – 0,1	Характеристика земной поверхности и почв (содержание гумуса и др.)	С интервалом в 5 – 10 лет
5. Участки для частых дистанционных обследований	10 ⁸	0,001 – 1,0	Динамика состояния крон деревьев и земной поверхности	Регулярная спутниковая съемка

Сохранение биоразнообразия: от слов к делу

Уровни сохранения биоразнообразия

До недавнего времени охрану природы считали прерогативой специальных природоохранных органов и Министерства окружающей среды. Теперь абсолютно ясно, что ни одна разумная стратегия охраны природы не принесет успеха без активного участия всех социальных групп общества. Решение проблем сохранения биоразнообразия следует искать на разных уровнях: международном, государственном, региональном, местном и индивидуальном. Существует четыре возможности Вашего личного участия в деле охраны окружающей среды: 1) изменение собственного образа жизни, 2) влияние на политику властей, 3) сотрудничество с экологическими движениями и организациями, 4) профессиональная природоохранная деятельность. В зависимости от конкретных обстоятельств Вы можете выбрать одно из четырех направлений деятельности или сочетать их в разных комбинациях. При этом важно «за деревьями видеть лес», то есть иметь ясное представление о том, что Ваша личная деятельность объединяется с усилиями многих других людей, организаций и государств на международном уровне.

Вода, атмосфера и природа в целом не признают государственных границ. Отсюда следует необходимость координации усилий по сохранению биоразнообразия в планетарном масштабе, необходимость действовать согласно международным правилам и развивать сотрудничество для объединения человеческих усилий и активного привлечения финансовых ресурсов. Важная роль в деле сохранения биоразнообразия отводится международным экологическим организациям.

Друзья Земли: с 1969 года организация выступает в защиту животного мира и окружающей среды, проводит кампании по охране природы на местном, национальном и международном уровнях. Молодежное отделение этой организации носит название «Акция в защиту Земли».

Всемирный фонд охраны природы: с 1961 года этот фонд активно борется за сохранение и спасение живой природы и окружающей среды. Гигантская панда – эмблема Всемирного фонда охраны природы.

Гринпис: самая крупная и наиболее известная с 1971 года организация, применяющая ненасильственные, но активные методы борьбы за сохранение окружающей среды. Особым «вниманием» организации пользуются китобойный промысел и проблема использования ядерной энергии.



WWF

Значение конвенций

В ответ на тревогу ученых и под давлением общественности, все более озабоченной проблемами сохранения природы, международное сообщество начиная с 70-х годов XX века активно включилось в борьбу с угрозой биоразнообразию.

Международный уровень

Среди многочисленных международных актов, направленных на охрану природы, три документа создают правовую основу координации усилий в деле сохранения биоразнообразия в глобальном масштабе:

Международная хартия охраны природы (1982) признает человечество частью природы и призывает к разумному ограничению использования биологических ресурсов.

Повестка дня на 21 век (1992) создает основу для развития человечества с равным учетом социальной, экономической и экологической составляющих.

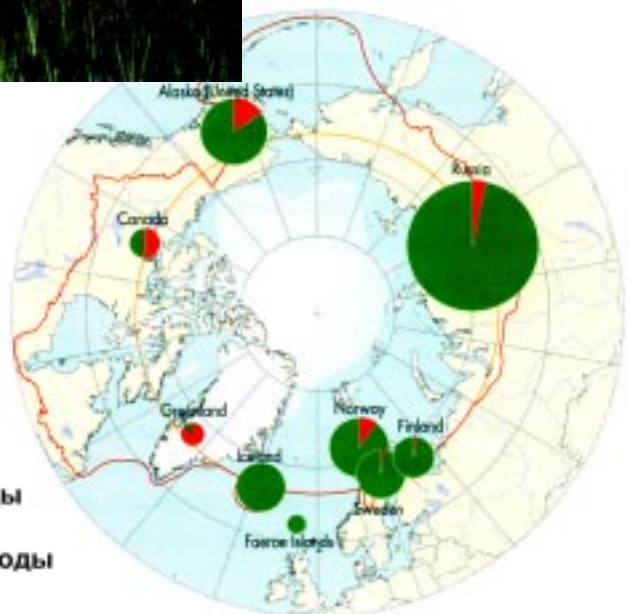
Глобальная программа действий по защите морской среды от сточных вод и иных источников загрязнения (1995) – добровольное рамочное соглашение, направленное на охрану морской среды.

Пять конвенций посвящены проблемам охраны природы в планетарном масштабе. Из них три тесно связаны с решением вопросов сохранения биоразнообразия:

Конвенция о водно-болотных угодьях международного значения для защиты среды обитания водоплавающих и околоводных видов (Рамсарская конвенция, 1971) призывает к сохранению заболоченных земель в соответствии с принципом «разумного использования».

Конвенция о сохранении мирового культурного и природного наследия (1972) касается защиты органического единства коренных народов и их самобытной культуры с природными условиями. Судьба коренных народов напрямую зависит от сохранения биоразнообразия. Как следствие разрушения природы в суровых условиях Арктики доля коренных народов в различных арктических странах неуклонно сокращается, в связи с чем конвенция декларирует необходимость создания трансграничных природных парков.

Конвенция о торговле исчезающими видами (1973) преследует цель защиты редких видов животных и растений путем контроля за деятельностью, связанной с торговлей исчезающими и редкими видами.



- Коренные народы
- Некоренные народы

Значение конвенций

Региональный уровень

К числу документов, регулирующих процессы сохранения биоразнообразия на региональном уровне, относятся различные акты и конвенции, фокусирующие внимание на охране видов и среды обитания в различных областях суши и мирового океана.

Конвенция об охране перелетных птиц была подписана между Канадой и США в 1916 году и между Советским Союзом и США в 1976 году с целью предотвращения повсеместного сокращения численности мигрирующих видов птиц в результате интенсивной охоты.

Соглашение об охране белых медведей (1973) было подписано Канадой, Данией, Норвегией, США и Советским Союзом. Целью соглашения стало запрещение отлова белых медведей для иных, кроме научных исследований, целей. Соглашение предусматривало также охрану мест обитания белых медведей.

Директивы Европейского Союза об охране птиц и мест их гнездования (1979 и 1992 гг.) стали частью принятого Европейским Союзом свода законодательных актов об охране птиц и мест их гнездования в связи с организацией Европейской сети охраняемых природных территорий.

Бернская конвенция об охране диких животных и среды обитания в Европе (1979) стала основополагающим документом сохранения биоразнообразия в Европе. Отличительная черта Бернской конференции состоит в том, что в ней рассматриваются меры по защите как самих видов, так и среды их обитания в Европе и некоторых африканских странах.

Соглашение о рыболовстве в Северо-Восточной Атлантике, подписанное Данией, Финляндией, Исландией, Норвегией, Швецией и Россией в 1980 году, способствует охране и рациональному использованию рыбных ресурсов.

Соглашение Гуманные стандарты промысла, подписанное Канадой, Европейским Союзом, Россией и США в 1997 году, декларирует необходимость соблюдения гуманных методов добычи пушных зверей.



Глобальная стратегия для Европы

Каждая европейская страна несет ответственность за сохранение природного наследия Европы. Современное политическое и социальное развитие предоставляет уникальные возможности для совместных действий на благо природы. Крупномасштабные политические и экономические изменения, которые произошли в Европе за последние 10 лет, требуют нового подхода к решению проблем сохранения природы. На этом основании 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.

Стратегия биологического и ландшафтного разнообразия предполагает ряд согласованных действий для достижения поставленной цели. Большое внимание в Стратегии уделено вовлечению в природоохранную работу детских экологических организаций. В 2000 году Центр охраны дикой природы приступил к реализации эколого-образовательного проекта «Усынови заказник». Его цель состоит в объединении усилий различных детских коллективов при решении локальных проблем сохранения биоразнообразия. Стратегические принципы используются для определения приоритетов и распределения ответственности между различными организациями и программами. Далеко не полный перечень авторитетных организаций и программ, участвующих в реализации Стратегии, показывает потенциальные возможности решения сложнейших проблем сохранения биоразнообразия в Европе.



**Программа
Европейского Союза TACIS**



**Программа
Европейского Союза LIFE**



**Международный Совет
местных природоохранных
инициатив**



**Программа
«Устойчивые города Европы»**



Коалиция «Чистая Балтика»



Союз Балтийских городов



**Программа
«Европейский Союз за охрану
прибрежных территорий»**

Послесловие: шаг вперед

Большинство людей планеты живет в городах. Жители больших городов редко задумываются о том, что их комфортное существование обеспечивается за счет многих природных ресурсов. Подсчитано, что среднестатистическому жителю США для удовлетворения своих потребностей необходимы ресурсы с территории площадью в 25 акров, что соответствует 25 футбольным полям. В то же время на каждого жителя планеты приходится всего 4,5 акра плодородной земли. Территория, достаточная для обеспечения жизни одного человека, называется «экологический след (отпечаток)». Каждому жителю планеты соответствует его собственный «экологический отпечаток» определенной величины; посетите сайт www.lead.org/leadnet/footprint в Интернете для того, чтобы выяснить его размеры. Эти данные покажут Вашу личную ответственность за сохранение биоразнообразия. Постарайтесь, чтобы Ваш отпечаток не стал похож на след доисторического животного!

Что Вы можете сделать для сохранения биоразнообразия? Первый шаг Вы уже сделали, прочитав эту книгу, но за ним должны последовать второй, третий и т.д. шаги. Продолжайте читать, задавать вопросы, посещайте зоопарки, ботанические сады, следите за телевизионными передачами о природе, но главное, делитесь своими впечатлениями и размышлениями с родственниками, друзьями и коллегами. Этот путь рано или поздно приведет Вас к необходимости познакомиться со специальной литературой о биоразнообразии. Книг, посвященных проблемам биоразнообразия, довольно много, но все они на английском языке. Наиболее фундаментальные сведения Вы найдете в издании: United Nations Environment Programme. 2000. *Global Environmental Outlook GEO – 2000* (адрес в Интернете: www.unep.org/Geo2000/english/).

До сегодняшнего дня охрана природы рассматривалась как отдельный сектор управления и не воспринималась каждым жителем в качестве убедительного повода к действию. Стало ясно, что путь контроля, запретов и выдачи разрешений недостаточен для эффективного решения задач сохранения биоразнообразия. Каждый житель планеты может и должен сделать шаг навстречу нуждам будущих поколений. Требования к «устойчивому образу жизни» изложены в многочисленных буклетах, брошюрах и пособиях по Повестке дня на 21 век. Сведения об этом Вы найдете также в различных источниках информации, в радио- и телепередачах, но главное сейчас – сделать свой выбор. Помните, что будущее биоразнообразия планеты зависит от Вашего выбора.



След динозавра

Краткий словарь терминов

Адаптация – процесс приспособления живых организмов к условиям окружающей среды. Изменения структуры или функций, позволяющие организму лучше приспособиться к условиям окружающей среды, а следовательно, повышающие его способность выживать и размножаться.

Ареал – область географического распространения (территория или акватория) особой рассматриваемого вида вне зависимости от постоянства их обитания в данной местности.

Аридная область – область с аридным (сухим) климатом, где существует недостаток влаги и велика вероятность засух.

Атмосфера – одна из трех оболочек биосферы, газообразная оболочка планеты, на Земле состоящая из смеси различных газов, водяных паров и пыли.

Бентосная растительность – подводные растения, прикрепленные к дну или укоренившиеся в нем. Их фотосинтез зависит от проникающего сквозь толщу воды света.

Биогенные элементы (биоэлементы) – элементы (углерод, кислород, водород и азот), содержащиеся в наибольшем количестве в растительных тканях. В меньшем количестве в них содержатся основные элементы минерального питания (натрий, фосфор, сера, калий, кальций и магний) и микроэлементы (железо, марганец, цинк, медь, молибден, бор и хлор).

Биогены – вещества, необходимые для роста, работы и восстановления тканей. Вещества, возникающие в результате разложения остатков организмов, но еще не полностью минерализованные. Отходы животноводства с высоким содержанием азота, фосфора и других биогенных элементов. Их избыток вызывает разрастание водорослей и загрязнение водоемов.

Биом – исторически сложившееся биотическое сообщество, характерное для обширной климатической зоны, например тундра, тайга, дождевой тропический лес и т.д.

Биосфера – нижняя часть атмосферы, вся гидросфера и верхняя часть литосферы Земли, населенные живыми организмами. Совокупность всех биомов и более мелких экосистем, взаимосвязанных и взаимозависимых благодаря глобальным процессам круговорота воды и циркуляции атмосферы.

Биосферный заповедник – типичный участок нетронутой или слегка измененной хозяйственной деятельностью природы, выделенный по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера» с целью его исследования, мониторинга и сохранения.

Биотическое сообщество – совокупность совместно обитающих организмов разных видов, представляющая собой определенное экологическое единство, то есть взаимодействующая с физической средой как единое целое.

Биотоп – относительно однородное по условиям среды пространство в пределах водной, наземной и подземной частей биосферы, занятое биотическим сообществом.

Вид-доминант (доминантный вид) – количественно преобладающий в данной экосистеме вид, оказывающий на ее свойства определяющее влияние.

Вид-реликт (реликтовый вид) – вид, сохранившийся в той или иной местности как «осколок» существовавшей в прошлые геологические эпохи фауны или флоры; часто одновременно является редким и (или) вымирающим видом.

Вид-эндемик (эндемичный вид) – местный вид, обитающий только в данном регионе. Площадь ареала вида-эндемика иногда очень мала.

Видовое богатство – характеристика видового сообщества, определяемая либо относительным, либо абсолютным числом видов.

Водно-болотные угодья – обширные пространства заболоченной или покрытой водой территории, используемой водоплавающими и околоводными птицами для размножения или отдыха во время сезонных перелетов. Официальный статус (Ramsar sites) водно-болотные угодья получили в соответствии с Рамсарской конвенцией в 1971 г.

Гидросфера – одна из трех оболочек биосферы, водная оболочка Земли – совокупность океанов, их морей, озер, прудов, водохранилищ, рек, ручьев, болот.

Естественный отбор – основной движущий фактор эволюции организмов, результат избирательной гибели в процессе борьбы за существование среди особей одного вида. Естественный отбор выражается в преимущественном выживании и оставлении потомства теми особями данного вида организмов, которые лучше других приспособлены к окружающей среде.

Жизненная форма – группа особей, состоящая из различных видов, иногда далеких по родству, но имеющих сходные приспособления для обитания в однотипной среде. Пример жизненной формы растений – стеблевые суккуленты, характерные для кактусов и некоторых молочаев. Для животных характерны такие жизненные формы, как роющие млекопитающие (крот и слепыш), лазающие животные (белки, бурундуки, соболь) и др.

Индекс (показатель) видового разнообразия – соотношение между числом видов в сообществе (S) и любым показателем «значимости» (численности особей, биомассы, продуктивности и т.п.) каждого вида (P_i). Наиболее простой параметр сообщества, учитывающий как общее число видов, так и соотношение их обилия, – индекс разнообразия Симпсона:

$$\frac{1}{\sum_{i=1}^s P_i^2}$$

Инфильтрация – просачивание воды с земной поверхности в почву и материнские породы. Измеряется количеством выпадающих осадков за вычетом испарений и поверхностного стока.

Искусственный отбор – сознательный (методичный) и бессознательный отбор особей с нужными человеку хозяйственными признаками для последующего разведения.

Климатное сообщество – длительно сохраняющееся устойчивое сообщество, характерное для последней стадии экологической сукцессии.

Краевой эффект – тенденция к увеличению видового разнообразия и плотности живых организмов на границах биотических сообществ.

Литораль – пограничная полоса между сушей и морем, регулярно затопляемая во время прилива и осушаемая при отливе.

Литосфера – одна из трех оболочек биосферы, верхняя «твердая» оболочка Земли, постепенно переходящая с глубиной в сферы с меньшей прочностью вещества.

Местообитание – физическая среда, в которой живет организм. Например, местообитанием мотыля (личинки хирономид) служит ил на дне озера, а местообитанием белоногих хомячков – перелески умеренной зоны. Любое местообитание характеризуется специфическими физическими факторами, а также комплексом видов животных и растений.

Окаймляющий (береговой) риф – вид коралловых рифов, отличающийся от других (барьерный, кольцевой) видов особенностями расположения относительно линии берега.

Опустынивание – процесс деградации земель вследствие снижения уровня грунтовых вод и эрозии почвы.

Органелла – дифференцированный участок тела одноклеточной особи, выполняющий определенную функцию: двигательную (реснички, жгутики), пищеварительную (пищеварительная вакуоль) и др.

Питательные вещества – вещества, необходимые для нормального роста и развития организмов. Из более чем 90 химических элементов, встречающихся в природе, 30–40 необходимы живым организмам. В экосистеме существует постоянный обмен питательными веществами между организмами и средой.

Пищевая цепь – поэтапный перенос энергии и вещества в ряду организмов при поедании одних организмов другими.

Планктонные организмы – организмы, живущие во взвешенном состоянии в воде, переносимые течением и не способные активно плыть против него. Если это растения, говорят о фитопланктоне, если животные – о зоопланктоне.

Повестка дня на 21 век – документ, принятый на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г. как основа для реализации концепции Устойчивого развития.

Полигональные болота – уникальные по структуре болота, развивающиеся в зоне вечной мерзлоты. Свое название полигональные болота получили из-за особой (многоугольной) формы участков кочкарной вздутой морозом почвы, между которыми постоянно стоит вода.

Полиморфизм – наличие в составе одного вида нескольких четко различающихся внешне форм.

Популяционный взрыв – резкое, многократное, как правило, относительно внезапное увеличение численности особей какого-либо вида, связанное с выключением обычных механизмов ее регуляции.

Популяция – группа особей одного вида (внутри которой особи могут обмениваться генетической информацией), занимающая конкретное пространство и функционирующая как часть биотического сообщества.

Продуктивность – 1) количество органического вещества, образовавшегося в экосистеме или произведенного отдельной особью за единицу времени; 2) способность производить органическое вещество.

Продукция (биомасса) – количество органического вещества, образовавшегося в экосистеме или произведенного отдельно особью на момент измерения. Различают урожай на корню, то есть продукцию на данный момент времени, и урожай за годовой цикл, то есть продукцию осенью.

Рудеральная растительность – растительные группировки, образующиеся на мусоре, свалках, вдоль дорог и т.п.

Смог – сочетание пылевых частиц и капель тумана (от англ. «smoke» – дым и «fog» – густой туман); видимое загрязнение воздуха любого характера.

Сосудистые растения – растения, в органах которых имеются сосуды, проводящие воду и растворенные в ней минеральные соли. В группу сосудистых входят все высшие растения, кроме моховидных. Некоторые ботаники считают неправомерным выделение сосудистых растений в качестве самостоятельной группы.

Сукцессия – последовательность сменяющих друг друга биотических сообществ в процессе развития экосистемы.

Тест-организмы – организмы, используемые в биотестировании для определения качества среды. Для определения качества водной среды чаще других используются инфузории, дафнии, моллюски и др.

Трансгенный сорт (порода) – искусственно выведенные сорта растений или породы животных, содержащие генетический материал с ДНК, искусственно занесенной из неродственного организма, что приводит к развитию новых признаков.

Трофический уровень – совокупность организмов, получающих преобразованную в пищу энергию Солнца через посредников пищевой цепи. В сложном природном сообществе те организмы, которые получают пищу от занимающих первый трофический уровень растений через одинаковое число этапов, считаются принадлежащими к одному трофическому уровню. Так, травоядные занимают второй трофический уровень, хищники, поедающие травоядных, – третий и т.д.

Шельф (отмель материковая) – прибрежное океаническое мелководье, ограниченное с одной стороны береговой линией, а с другой – заметным перегибом материкового склона.

Эвтрофикация – обогащение водоема биогенами, приводящее к чрезмерному развитию планктонных водорослей, а затем к исчерпанию запасов растворенного кислорода при возросшем разложении органических веществ.

Экотон – переходная зона между двумя или более легко различимыми экосистемами, например, опушка леса.

Эпилитный вид – вид скальных местообитаний. Для скальной среды характерно наличие укрытий, щелей и особого теплового режима от нагретых солнцем поверхностей.

Эпифиты – растения, поселяющиеся на стволах и ветвях других растений.

Содержание

Как создавалась эта книга	4
Предисловие: выбор темы	5
Введение: что такое биоразнообразие	6
Приоритеты расставлены...	
Обратная сторона прогресса	8
Человек действует быстрее, чем природа	10
Конвенция о биологическом разнообразии	12
Биологическая наука о биоразнообразии	
Структура и уровни биоразнообразия	14
Видовое разнообразие: множество форм жизни	16
Генетическое разнообразие: множество разных лиц	18
Экологическое разнообразие: окружающая среда в непрерывном развитии	20
Разнообразии ландшафтов: след человека в природе	22
Можно ли измерить биоразнообразие	24
Закономерности видового разнообразия	
Закономерность первая: любое сообщество состоит из большого числа редких видов и немногих видов с высокой численностью	26
Закономерность вторая: более продуктивная среда способна обеспечить совместное существование большого числа видов	28
Закономерность третья: наиболее богатые видами сообщества более устойчивы	30
Закономерность четвертая: избирательное хищничество повышает видовое разнообразие	32
Закономерность пятая: под влиянием стресса уменьшается число редких видов и сокращается видовое разнообразие	34
Где находится биоразнообразие	
Биоразнообразие есть везде, где есть жизнь	36
Ключ к пониманию современной картины биоразнообразия	38
Лимитирующие факторы и биоразнообразие	44
«Горячие точки» биоразнообразия	46
Скрытое биоразнообразие	48
Распределение в экосистеме: стратификация и зональность	50
Экотон – переходная зона между сообществами	52
Богатая палитра жизни	
Арктические ландшафты	54
Богатство дождевого тропического леса	56
Жизнь в пустыне	58
На границе суши и моря: мангровые заросли	60
Жизнь под натиском морских волн	62

Как изменяется биоразнообразие

Ненарушенное развитие	64
Нарушения в сообществах и их разнообразие	66
Катастрофы и циклическое развитие	68
Развитие сообщества ствола дерева	70

Роль биоразнообразия в жизни человека

Основа жизни на Земле	72
Практическая ценность	74
Эстетическая ценность	76
Ресурсы биоразнообразия не имеют цены	78

Деятельность человека ставится под сомнение: угроза сокращения биоразнообразия

Причины сокращения биоразнообразия	80
Чрезмерное использование природных ресурсов	82
Монокультурное сельское хозяйство	84
Региональное пространственное планирование	86
Загрязнение окружающей среды	88
Виды-вселенцы разрушают экосистемы	94
Разрушение естественных местообитаний	96
Биоразнообразии городских ландшафтов	98

Сохранение биоразнообразия: как этого добиться

Исследовательские программы	100
Образовательные программы	102
Сохранение редких видов	104
Красная книга фактов – сигнал опасности	106
Развитие сетей ООПТ	108
Биотехнические мероприятия	114
Охрана биотопов, их восстановление	116
Устойчивое использование природных ресурсов	118
Создание баз данных и геоинформационных систем (ГИС)	120
Биоиндикация и биотестирование	122
Мониторинг биоразнообразия	124
Глобальная система наземных наблюдений (GTOS)	126

Сохранение биоразнообразия: от слов к делу

Уровни сохранения биоразнообразия	128
Значение конвенций	130
Глобальная стратегия для Европы	134

Послесловие: шаг вперед

Краткий словарь терминов	138
--------------------------------	-----

Куда обратиться за дополнительной информацией

Начинать надо с простого. Посещение городского зоопарка, ботанического сада, музея, заповедника, заказника и т.п. – начало Вашего пути в мир биоразнообразия. Адрес, номер телефона, порядок работы и иную необходимую информацию можно получить в местных органах власти, научных учреждениях, общественных организациях, региональных программах и университетах. Вот далеко не полный перечень таких организаций в Северо-Западном регионе России:

Департамент природных ресурсов по Северо-Западному региону России
Санкт-Петербургский государственный университет
Карельский научный центр РАН
Псковский государственный педагогический институт
Зоологический институт РАН
Ботанический институт РАН
Нижнесвирский государственный заповедник
Национальный парк «Себежский»
Заказник «Гладышевский»
Клуб «Экология» (Новгород)
Псковско-Чудской проект (Псков)
«Исследователь природы Балтики» (Санкт-Петербург)
«Зеленый мир» (Сосновый Бор)
«Прозрачные воды Невы» (Санкт-Петербург)

Для получения информации о текущих проектах и программах, календарях мероприятий, а также о работе различных природоохранных организаций посетите наши странички в Интернете:

Биолого-почвенный факультет Санкт-Петербургского государственного университета

www.bio.pu.ru

Балтийский фонд природы Санкт-Петербургского Общества естествоиспытателей

www.teia.org/ecology/bfn

Институт эволюционной физиологии и биохимии РАН

www.spb.ecology.net.ru/entry/biodiversity

Ряд международных организаций, таких как **Conservational International, Ecological Society of America, The World Conservation Union, United Nations Environment Programme** и **Virtual Library of Ecology and Biodiversity**, специально занимается решением различных вопросов сохранения биоразнообразия. Их электронные адреса, а также информацию об их деятельности Вы найдете в номерах журнала Смитсоновского института «Программа по оценке и мониторингу биоразнообразия» и на сайте www.si.edu/simab.