



**ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА РУБЕЖЕ ВЕКОВ.  
ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Материалы международной конференции

ТОМ I

14 - 17 марта 2000 года

ТОМСК - 2000

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОЛОВНОЙ СОВЕТ МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ РФ "ОХРАНА  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ"  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ  
ТЕРИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО РАН  
ТОМСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И  
РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА  
РУБЕЖЕ ВЕКОВ. ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**ТОМ I**

14 - 17 марта 2000 г.

**Томск - 2000**

**Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы:**  
Материалы научной конференции. - Томск, 2000, 238 с.

В сборнике представлены материалы научной конференции, посвященной пятидесятилетию экологического образования и экологических исследований в Томском государственном университете.

Рассматриваются итоги разноплановых экологических исследований в России и за рубежом, приводятся материалы, характеризующие природные ресурсы, перспективы их использования.

Отдельные разделы посвящены проблемам управления экоразвитием общества, экологии и оптимизации природопользования, в том числе оценке состояния биологического разнообразия (том I); методам оценки экологического состояния территорий и компонентов природной среды, комплексным подходам в исследовании экосистем и современному состоянию экологического образования (том II). Отдельно (том III) представлены материалы молодежной секции.

Материалы представляют интерес для научных работников, специалистов в области рационального природопользования и охраны окружающей среды, для преподавателей, аспирантов и студентов вузов, учителей общеобразовательных вузов.

**Редакционная коллегия:**

**В.А.Ананьев, А.С.Бабенко, Л.Б.Волкотруб, А.М.Данченко, Л.В.Кравченко, В.Н.Куранова, А.И.Лентувнинкас, Н.И.Лаптев, И.Е.Мерзлякова, Н.С.Москвитина (отв. за издание), А.П.Петлина, В.И.Романов, Т.А.Семина, Н.Г.Сучкова, Н.А.Шинкин**

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РАЗНООБРАЗИЯ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Бердюгин К.И., Большаков В.Н., Васильев А.Г., Лукьянов О.А.  
Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Биологическое разнообразие столь разнообразно (тавтология здесь неизбежна), что его изучение на каждом уровне интеграции биосистем требует специфического концептуального подхода. Разработка концепции изучения биологического разнообразия на экосистемном уровне, разработка принципов отбора объектов исследования, выбора критериев экологического районирования на основе экосистемного разнообразия и использования биоразнообразия экосистем как индикатора качества окружающей среды необходимо должны включать термодинамический аспект в оценке биоразнообразия тех или иных регионов и детерминированности современного его состояния естественными и антропогенными факторами среды. Ранее было продемонстрировано увеличение общего разнообразия экосистем в связи с широтной зональностью от арктических пустынь до подзоны смешанных и лиственных лесов и лесостепной зоны, а затем снижение до нового минимума в пустынной зоне. С позиций термодинамики неравновесных систем, к которым относятся биологические системы всех уровней, в том числе и экосистемы, подобный характер изменения биоразнообразия определяется количественными параметрами общего вещественно-энергетического потока, поступающего в каждую экосистему. Эти количественные характеристики закономерно меняются с изменением широты местности, достигая максимума как раз в полосе южных районов лесной и северных районов лесостепной зоны, где имеется оптимальное соотношение двух из основных компонентов вещественно-энергетических потоков - тепла и влаги. В горах преобладает однонаправленное изменение величины вещественно-энергетического потока - его уменьшение с увеличением высоты, главным образом за счет уменьшения поступления тепловой энергии (хотя имеются и модификации, связанные, напр., с барьерным эффектом гор). Соответственно уменьшается и биоразнообразие экосистем в верхних высотных поясах горных регионов. Как бы то ни было, естественный уровень биоразнообразия, по крайней мере в климаксных сообществах, является оптимальным для данного уровня вещественно-энергетического потока, поступающего в экосистему. В таком

аспекте его количественные характеристики могут служить интегральной оценкой общего разнообразия на экосистемном уровне. Понижение величины поступающих в экосистему масс вещества и энергоресурсов приводит к снижению биоразнообразия, кратковременному или более или менее длительному, в зависимости от длительности изменения первопричины. Продолжительное снижение, по своим срокам сравнимое с собственным временем сукцессии биогеоценозов, приводит к смене экосистем с большей степенью биоразнообразия на экосистемы с меньшей величиной этого показателя, а также к уменьшению разнообразия самих экосистем. Причины уменьшения вещественно-энергетических потоков могут быть как естественными (напр., колебания погодно-климатических условий и др.), так и антропогенными (напр., задымленность атмосферы). Но снижение общего разнообразия может быть вызвано и превышением обычного уровня поступления в экосистему вещества и энергии. Естественные процессы заболачивания при изменении гидрорежима служат одним из примеров таких процессов. Другие примеры естественных причин увеличения вещественно-энергетического потока, способного вызвать снижение общего биоразнообразия экосистем - природные катастрофы, источники горячих вод в сейсмораионах и т. д. В настоящее время значительную роль в изменении поступления в экосистемы вещества и энергии стали играть антропогенные факторы от вызванных деятельностью человека экологических катастроф до, казавшейся до недавних пор вполне безобидной, рекреационной нагрузки. Все эти воздействия в конечном счете измеримы в терминах термодинамики. Так, например, та же самая рекреационная нагрузка - это, собственно говоря, дополнительный поток энергии, совершающий в экосистеме работу по механическому повреждению растительного покрова и уплотнению верхнего слоя почвы, а также внесению загрязнений в виде мусора (попутно заметим, что на производство продукции, которая в процессе рекреации превращается в мусор, также была затрачена энергия). Следует отметить, что добавочные вещественно-энергетические потоки вносят в биогеоценозы дезорганизацию, снижающую биоразнообразие, в том случае, если они имеют ненаправленный, нерегулируемый, хаотический или тотальный характер, вследствие чего воздействуют на уязвимые структурные элементы и взаимосвязи в экосистеме. В тех случаях, когда дополнительные порции вещества и энергии имеют направленный и регулируемый характер (например, биотехнические, лесомелиоративные мероприятия и т. д.) они дают положительный эффект и способствуют повышению биоразнообразия биогеоценозов. Из последнего положения естественным образом следует, что восстановление биоразнообразия в антропогенно нарушенных биогеоценозах требует определенных мер, объем и интенсивность которых можно выразить в энергетическом эквиваленте. Отсюда открываются перспективы разработки объективной оценки стоимости потерь биоразнообразия и экономических затрат на его восстановление, поскольку энергия - категория вполне экономическая, и ее расход на поддержание или восстановление биологических ресурсов может быть выражен в денежном исчислении.

Наряду с общим уровнем вещественно-энергетических потоков, поступающих в экосистемы, существенную роль в формировании того или иного масштаба биоразнообразия играет характер «биогеоценотической поверхности», воспринимающей эти потоки. Чем больше структурирована воспринимающая поверхность, чем значительнее дифференцирована по вертикали (в иерархическом смысле) и по горизонтали (на одной и той же иерархической ступени), тем сильнее дробятся и модифицируются по величине и направленности на узловых точках биоценотической динамики падающие на нее (т.е. на поверхность) вещественно-энергетические потоки. Так, ранее было показано, что общее экосистемное разнообразие горных ландшафтов выше, чем равнинных, лежащих в тех же широтах, что обусловлено более высокой степенью расчленения рельефа горных территорий по сравнению с равнинными и, соответственно, вызванным этим более высоким уровнем дифференциации вещественно-энергетических потоков. Следует отметить, что их дробление и дифференциация происходят на всех масштабах расчлененности ландшафтов от макроформ до наноформ рельефа. В случае больших общих величин поступления вещества и энергии (например, в оптимальной физико-географической полосе), флуктуации этих потоков, вызванные маломасштабной изменчивостью воспринимающей поверхности (например, нано- и микрорельефом), малозначимы по сравнению с общей величиной энергетики ландшафта, а основную роль играют макромасштабы. Поэтому имеет место увеличение общего разнообразия в горных странах, более обширных по своей территории, более возвышенных, с более четко выраженной

высотной поясностью. В высоких широтах (впрочем как и в верхних поясах гор), где общий уровень энергетики существенно ниже, ее флуктуации, вызванные маломасштабными вариациями воспринимающей поверхности, становятся сравнимы с общим уровнем, что повышает в первую очередь ценотическую компоненту общего разнообразия. По этой причине, в частности, наблюдается ранее отмеченное нами более высокое ценотическое разнообразие тундровых и степных экосистем по сравнению с равнинными лесными.

К этой же категории модифицирующих воздействий структуры воспринимающей поверхности следует отнести ее воспринимающую способность, обусловленную особенностями генотипического и биохимического уровня функционирования компонентов экосистем. В частности, снижение генного и биохимического разнообразия в результате естественных процессов (например, смена в популяциях тех или иных видов формы отбора на стабилизирующий, снижение численности популяций и увеличение степени инбридинга и т.п.), а также антропогенных нарушений на этих уровнях организации биосистем (напр., под воздействием токсических техногенных загрязнений на геном и биохимические процессы в живых организмах), приводит у отдельных компонентов биогеоценозов (немногих или многих в зависимости от интенсивности воздействия) к уменьшению возможностей восприятия и эффективной переработки поступающих вещественно-энергетических потоков и, соответственно, к уменьшению структурной компоненты биоразнообразия, а через нее и всех остальных компонентов и общего разнообразия в целом.