

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ
УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
МИНИСТЕРСТВА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИИ ПО РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ
КОМИТЕТ ПО ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ г. ЙОШКАР-ОЛЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «МАРИЙ ЧОДРА»
МАРИЙСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

ПРИНЦИПЫ И СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

**Сборник материалов Всероссийской научной конференции
18-24 сентября 2004 года**

ББК 28
УДК 57
П 76

Ответственный редактор: **Л.А.Жукова**, заслуженный деятель науки РФ, д-р биол. наук, профессор, МарГУ

Редакционная коллегия: **Л.А.Жукова**, д-р биол. наук, профессор, МарГУ;
О.В.Смирнова, д-р биол. наук, профессор, Центр экологической продуктивности лесов РАН;
А.С.Коमारов, д-р биол. наук, профессор, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН;
О.П.Ведерникова, канд. биол. наук, доцент, МарГУ;
Г.О.Османова, канд. биол. наук, доцент, МарГУ;
Т.А.Полянская, канд. биол. наук, Национальный парк «Марий Чодра»

Рецензенты: **А.Я.Акишин**, профессор, МарГУ;
Ю.П.Демаков, д-р биол. наук, профессор, МарГТУ

*Печатается при поддержке Российского Фонда
Фундаментальных Исследований (грант №04-04-58056)*

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
Марийского государственного университета

П 76 Принципы и способы сохранения биоразнообразия /
Сборник материалов Всероссийской научной конференции. –
Йошкар-Ола. – Мар. гос. ун-т. – 2004. – 292 с.

ISBN 5-94808-134-6

В сборнике представлены доклады, посвященные обсуждению биоморфологического разнообразия, таксономическому и структурному разнообразию биоценозов, экосистем, особо охраняемых и нарушенных территорий, мониторингу абиотических и биотических компонентов экосистем, проблемам экологического образования. Предназначен для экологов, биологов, специалистов в области охраны природы и рационального использования природных ресурсов, для преподавателей и студентов биологических специальностей вузов, учителей и школьников.

**ББК 28
УДК 57**

ISBN 5-94808-134-6

© Марийский государственный
университет, 2004

Применение для анализа состояния данного лугового массива общепринятых геоботанических методов и методов математического моделирования показало, что Залидовские пойменные луга реки Угры являются устойчивыми сообществами, сохраняющими видовое разнообразие и структуру. Наиболее благоприятным для сохранения видового разнообразия и устойчивости данного лугового массива является сенокосное использование. Опыт нашей работы говорит о необходимости проведения длительного мониторинга луговых ценозов для выявления разнообразия реакций лугов на климатические и антропогенные воздействия и возможности влияния на сохранение видового разнообразия.

Работа выполняется при поддержке гранта Президента РФ №НШ – 2125.2003.4.

ЛИТЕРАТУРА

Ермакова И.М., Сугоркина Н.С. Механизмы устойчивости ценопопуляций луговых растений // Проблемы устойчивости биологических систем. М.: Наука, 1992. С. 59-68.

Ермакова И.М., Сугоркина Н.С. Мониторинг луговой растительности в пойме реки Угры // Ботанический журнал. 2000. Т. 85. №12. С. 50-59.

Воронкина Н.В., Ермакова И.М., Сугоркина Н.С., Петросян В.Г., Седых И.Б., Романова Р.А. Математическое моделирование динамики биоразнообразия пойменных лугов реки Угры Калужской области с применением информационной технологии // Тр. регионального конкурса науч. проектов в обл-ти естественных наук. Калуга: ИД «Эйдос», 2003. Вып. 5. С. 265-282.

Жукова Л.А.

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, pinus@mari-el.ru

БИОИНДИКАЦИОННЫЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

В настоящее время большее значение приобретают методы фитоиндикации местообитаний, при использовании которых в качестве фитометров выступают фитоценозы. Последние, представляя совокупность ценопопуляций растений, способны более объективно, чем инструментальные методы, оценить специфику экотопа и определить его положение в экологических рядах. Для решения этой задачи используются экологические шкалы Л.Г.Раменского с соавторами (1956) и Д.Н.Цыганова (1983), содержащие диапазонные оценки по каждому исследуемому фактору для более чем 2000 видов сосудистых растений и компьютерные комплексы типа Ecoscale (Заугольнова, Ханина, 1996), что позволяет обрабатывать массивы геоботанических описаний и получать оценку местообитаний ценопопуляций и сообществ.

Поэтому цель проводимых исследований – разработка методики расчета экологических валентностей (EV), степени выраженности стено-эврибионтности (толерантности) константных видов растений разных цено типов, эколого-ценотических групп (ЭЦГ) и других компонентов лесных, луговых и экотонных фитоценозов европейской части России.

Задачи работы: 1) уточнение понятий: экологическая валентность, стено-эврибионтность, толерантность видов; 2) разработка методов их количественной оценки с использованием диапазонных шкал Д.Н.Цыганова (1983); 3) определение с помощью диапазонных шкал экологических валентностей видов лесных, луговых и экотонных сообществ; 4) оценка степени стено-эврибионтности доминирующих видов разных эколого-ценотических групп по отношению к климатическим, почвенным факторам и фактору освещенности.

В отличие от ряда авторов (Гребенщиков, Реймерс, 1982; Степановских, 2000), мы предложили (Жукова, 2003, 2004; Жукова, Иванова, 2003) рассматривать экологическую валентность вида (EV) как меру приспособленности популяций конкретного вида к изменению только одного экологического фактора и рассчитывать ее как отношение числа ступеней диапазона конкретной шкалы, занятой данным видом, к общей протяженности шкалы в ступенях. Таким образом, мы получаем величину относительной EV вида, равную доле диапазона ступеней конкретного вида от всей шкалы, принимаемой за единицу или 100%.

Популяции видов с низкой ЭВ могут выносить лишь ограниченные вариации конкретного экологического фактора – это стеновалентные виды; популяции видов с высокой ЭВ способны занимать различные местообитания или экотопы с чрезвычайно изменчивыми условиями (эвривалентные виды).

В основе предлагаемого нами нового принципа определения стено-эвривалентности каждого вида лежит экспертная оценка, согласно которой стеновалентными считаются виды, занимающие менее 1/3 шкалы, а эвривалентными – более 2/3 шкалы, остальные виды – мезовалентные.

Тогда целесообразно термины «стенобионтность» и «эврибионтность» использовать для оценки отношения видов к группе факторов.

Следовательно, каждый вид, включенный в шкалы, обладает набором величин относительной EV, число которых соответствует числу рассматриваемых факторов. При этом следует принять, что ЭВ любого вида будет составлять лишь долю одной шкалы, а их Σ может быть больше единицы и представляет фрагмент экологической ниши (ФЭН) или экологического ареала (ФЭАР) конкретного вида. Суммирование показателей

относительной EV вида корректно, т.к. полученная сумма может быть рассмотрена как часть гиперпространства экологических ниш всех видов, границы которого определяются верхними границами диапазонов конкретных факторов.

Если соотнести $\sum EV$ с $\sum$ шкал, учитывая, что вклад каждой шкалы равен единице, то мы получим меру стено-эврибионтности или индекс толерантности вида (I_t). Его можно представить в виде формулы: $I_t = \sum EV / \sum \text{шкал}$ (в долях или в процентах).

Далее по индексу толерантности по отношению к совокупности рассмотренных факторов было выявлено 5 групп толерантности.

Распределение видов по группам толерантности можно производить, используя тот же принцип, что и для распределения видов по фракциям экологической валентности. К стенобионтным (СБ) отнесены виды, у которых диапазон значений индекса толерантности составляет до 0,34 доли от максимальной $\sum$ шкал; гемистенобионтные (ГСБ) – от 0,34 до 0,45; к мезобионтным (МБ) – от 0,45 до 0,56; гемизврибионтные (ГЭБ) – от 0,56 до 0,67; эврибионтные (ЭБ) – от 0,67. Чем больше I_t , тем выше теоретическая возможность использования конкретного местообитания популяциями конкретного вида.

Общий объем материала – 8 эколого-ценотических групп лесных и экотонных опушечных сообществ зоны тайги и широколиственных лесов европейской части России и 5 луговых и рудеральных ЭЦГ, которые и были проанализированы по 10 шкалам Д.Н.Цыганова (1983), что составляет 4110 экологических позиций.

Сравнительный анализ 4-х шкал, характеризующих климатические факторы местообитаний популяций видов в экосистемах лесного пояса европейской части России, показал четкое доминирование мезовалентных и эвривалентных видов. Минимальный процент стеновалентных видов или их отсутствие является косвенным доказательством достаточно широких адаптационных возможностей рассматриваемых ЭЦГ к различным вариациям климата в умеренном климате.

В обобщенном спектре почвенных шкал так же на первом месте стоит мезовалентная фракция, но на второе место выходит фракция стенобионтных видов, составляя около 30% (от 17,5% до 45,2%), с максимумом в бореальной опушечной ЭЦГ группе.

Если объединить все климатические и почвенные факторы и шкалу освещенности и построить обобщенный спектр по фракциям для всех выборок, то мезовалентная фракция сохранит господствующее положение, доля стеновалентных видов несколько увеличится по сравнению со спектром климатических шкал, а доля эвривалентных сократится (до 21,9%). В целом соотношение фракций можно определить как 2:1:1, что свидетельствует о доминировании мезовалентных видов, способных освоить около 40-60% диапазона по каждому экологическому фактору.

Третий аспект исследований – выявление специфики экологических потенций константных видов разных ЭЦГ при совокупном воздействии 10 экологических факторов.

Экологический анализ модельных видов доказывает необходимость представить вариабельность ЭВ не только по каждому фактору, но оценить их интегрально.

Расчеты индексов толерантности для видов рассмотренных ЭЦГ выявил интересные закономерности. Многие доминирующие и содоминирующие виды древесных ярусов в сообществе по величине I_t являются эври-, гемизври- или мезобионтными с редкими проявлениями стеновалентности (по 1-2 позициям).

Это позволяет подтвердить ранее высказываемые предложения, что основными ценообразователями и доминантами могут быть только ценопопуляции видов, проявляющих высокую толерантность к большинству рассмотренных экологических факторов. Вероятно, экологическая толерантность является значительным преимуществом в межвидовой конкуренции, способствует активному расширению ареала вида, определяет устойчивость при антропогенных и экологических стрессах.

Зная диапазоны позиций ЦП видов на конкретных территориях – в пределах экологического пространства, можно определить реализованную экологическую валентность (РЭВ), что, в свою очередь, позволяет рассчитать коэффициент экологической эффективности по формуле: $РЭВ/ЭВ$ по каждому фактору.

Одновременно развитие предложенного подхода будет способствовать выявлению экологических факторов, определяющих как оптимальное, так и критическое состояние популяций, выявление путей их сохранения и восстановления.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №04-04-49152.

ЛИТЕРАТУРА

- Гребенников О.С. Геоботанический словарь. М.: Наука, 1965. 226 с.
- Заугольнова Л.Б., Ханкина Л.Г. Опыт разработки и использования базы данных в лесной фитоценологии // Лесоведение. 1996. №1. С. 76-83.
- Жукова Л.А. Новые аспекты экологического анализа эколого-ценотических групп лесных и экотонных сообществ // VII Вавиловские чтения. Глобализация и проблемы национальной безопасности России в XXI веке: Сб. материалов. Ч. 2. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. С. 152-154.
- Жукова Л.А., Иванова Т.В. Эколого-ценотический анализ луговых и экотонных сообществ и почвенного банка семян бассейна реки Убы / Биологическое разнообразие растительного покрова Национального парка «Марий Чодра». Ч. 1: Науч. изд. // Отв. ред. Л.А.Жукова. Йошкар-Ола: МарГУ, 2003. С. 91-105.
- Жукова Л.А. Методология и методика определения экологической валентности, стено-эврибионтности видов растений // Методы популяционной биологии: Сб. материалов VII Всерос. популяционного семинара (Сыктывкар, 16-21 февраля 2004 г.). Сыктывкар, 2004. Ч. 1. С. 75-76.

Реймерс Н.Ф. Природопользование: Слов.-справ. М.: Мысль, 1990. 637 с.

Степеновский В.С. Экология. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 703 с.

Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. 196 с.

Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л.Г.Раменский, И.А.Паценкин, О.Н.Чижилов, Н.А.Антипин. М.: Сельхозгиз, 1956. 427 с.

Комаров А.С.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пущино, Московская область, komarov@issp.serpukhov.su

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ

Под нелинейной динамикой понимается динамика системы, в которой отклик системы на воздействие является не пропорциональным этому воздействию, а описывается более сложным образом. Фактически популяционная динамика всегда нелинейна, а математическое моделирование нелинейной динамики популяций растений обладает рядом особенностей, диктуемых биологической спецификой: 1) важную роль играет пространственная структура размещения растений в популяции, т.к. они расположены неподвижно, а конкурентные взаимодействия и реализованные возможности вегетативного возобновления определяются структурой взаимного размещения и относительными размерами; 2) динамика популяций растений носит вероятностный характер, т.к. случайность присутствует даже в момент заселения территории; существующее генетическое и морфологическое разнообразие вместе с микромозаичностью условий также вносят случайность в описание событий и процессов; 3) развитие растений во времени может быть описано в терминах дискретных состояний, в которых рост и другие морфологические и физиологические процессы специфичны для каждого из состояний; 4) важным понятием, позволяющим объединить популяционный и балансовый подходы, является представление об элементарной единице биологического круговорота или «экосистеме одного растения», которое позволяет ввести количественное описание локальной конкуренции за основные ресурсы: свет, воду и минеральное питание.

Эти особенности определяют применение того или иного подхода при математическом моделировании. Мы не будем рассматривать матричные модели, которые традиционно используются для построения моделей динамики популяций растений, но которые не учитывают пространственную структуру (см. например, Логофет, 2003), а остановимся на моделях, в которых популяция состоит из отдельных особей и в которых в явном виде учитывается пространственная структура популяций.

Можно выделить несколько основных подходов к такому моделированию динамики популяций и сообществ растений. Модели можно разделить на две группы: аналитические и имитационные, хотя граница между ними чрезвычайно условна. В первую группу входит очень немного моделей, в которых аналитическими методами решаются задачи пространственного характера, их обзор приведен в работах (Комаров, 1988; Chertov et al., 1999). Эти модели, по сути дела, являются штучными попытками применить достаточно непростые и часто весьма изобретательные математические методы для решения некоторых конкретных задач и поэтому вряд ли могут быть широко применены. Необходимо отметить разработанную в 80-е годы на базе физических представлений «теорию экологического поля» (Wu et al., 1985 и др.), основной концепцией которой являются описание перекрытий зон влияния растений при конкуренции за ресурс, а также перспективный подход к построению вероятностных моделей динамики популяций растений в терминах марковских случайных полей с локальным взаимодействием (Комаров, 1979). Однако математические трудности, возникающие на этом пути, пока позволяют построить только статические модели, описывающие характер взаимодействия между растениями в популяциях.

Ко второй группе моделей относится индивидуально-ориентированный имитационный подход в моделировании экологических систем, который возник в последние десятилетия как новая техника моделирования (Комаров, 1988; Chertov et al., 1999 и др.). Этот подход представляет собой компьютерный анализ совместной динамики множества дискретных объектов, расположенных в пространстве, каждый из которых меняет во времени свое состояние и характеристики по тем или иным правилам. Он интенсивно применялся к анализу основных проблем количественного описания динамики растительности на популяционном и биогеоценотическом уровнях: 1) анализу динамики популяций и сообществ растений разных жизненных форм в условиях внешних воздействий с использованием клеточно-автоматных моделей (Комаров, Паленова, 2001; Komarov et al., 2003) и 2) количественному описанию биологического круговорота элементов, в первую очередь, углерода в системе «растительность – почва» с учетом особенностей популяционной структуры растительного яруса и при изменениях внешних условий с помощью компьютерного моделирования популяций и сообществ деревьев как системы позиционированных в пространстве отдельных особей с локальной конкуренцией за свет и минеральное питание (Chertov et al., 2003; Komarov et al., 2003).