

УДК 504.064.36 (470.341)

СВЯЗЬ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ПОЗВОНОЧНЫХ НА ПРИМЕРЕ ЗАПОВЕДНИКОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

© 2009 г.

И.О. Иванова, Д.Б. Гелашвили

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

ecology@bio.unn.ru

Поступила в редакцию 07.04.2009

Рассмотрена проблема связи показателей видовой структуры сообществ позвоночных, обитающих в 4 заповедниках европейской части России, с погодными условиями за период с 1994 по 2005 г. Показано отсутствие выраженной корреляции между изменениями видовой структуры сообществ млекопитающих с погодными условиями. Делается вывод о стабильности видовой структуры сообщества позвоночных заповедников. Недостаточность и фрагментарность данных об изменении параметров биоты остро ставит вопрос о безотлагательной необходимости проведения систематических наблюдений и исследований по выявлению связи биоразнообразия и метеоклиматических факторов.

Ключевые слова: ГПБЗ «Керженский», ГПЗ «Большая Кокшага», ГПЗ «Жигулевский», ГПЗ «Костамукшский», биоразнообразие, погодные условия, видовая структура.

Связь глобального изменения климата с биологическим разнообразием является одной из наиболее актуальных проблем в современном мире. Изучение этой проблемы сталкивается с объективными трудностями, обусловленными разнокачественностью данных о динамике параметров климата, с одной стороны, и биоты, в частности биоразнообразия, – с другой. Результат воздействия макроклимата на биоту легче прослеживается в планетарном или континентальном масштабе. Однако глобальные закономерности распределения биоты обусловлены локальными, в частности популяционными, процессами. Эти противоречия можно частично разрешить путем изучения пространственной изменчивости биоты в зависимости от климата на основе данных локального характера. Известно, что климатическое районирование всегда основывалось на материалах метеостанций. Кроме того, использование локальных данных позволяет анализировать пространственную изменчивость биоты не только от климата, но и от местных биотопических и биотических факторов (Чернов, Пенев, 1993).

Целью данной работы является анализ связи между видовой структурой сообщества и погодными условиями. В качестве объектов исследования нами были выбраны заповедники, так как, с одной стороны, существующие заповедники и стационары представляют собой своего рода сеть локальных «биостанций», в которых накоплены сведения о различных параметрах

местной биоты, а с другой – они являются модельными объектами, которые отражают особенности биоразнообразия и климата той природно-географической зоны, в которой располагаются.

Объектами исследований явились позвоночные четырех заповедников: ГПБЗ «Керженский» (Нижегородская область), ГПЗ «Большая Кокшага» (Республика Марий Эл), ГПЗ «Жигулевский» (Самарская область) и ГПЗ «Костамукшский» (Республика Карелия). Исходными данными послужили сведения о плотности крупных млекопитающих и птиц, рассчитанные по результатам зимних маршрутных учетов, за период с 1994 по 2004 г. и данные о погодных условиях за этот же промежуток времени, любезно предоставленные дирекциями заповедников. Погодные условия в каждом заповеднике характеризовались фиксированным набором параметров: температурами – средней, средней максимальной, средней минимальной – и количеством осадков. Для характеристики видовой структуры анализируемых сообществ в каждом заповеднике был избран стандартный набор индексов видовой структуры: индекс видового разнообразия Шеннона, индекс видового разнообразия Симпсона, индекс видового богатства Маргалефа, индекс Животовского (среднее число видов), показатель доли редких видов Животовского, индекс выравненности Пиелу, индекс выравненности Симпсона, индекс доминирования Симпсона (Мэггаран, 1992). С учетом огра-

ниченного объема исходных данных их статистический анализ проводился с применением непараметрических критериев (Фридмана, Краскела – Уоллиса, Спирмена), а также обобщенной функции желательности, обоснование применимости которых было дано нами ранее (Гелашвили, Иванова, 2006).

Статистический анализ погодных условий

На первом этапе исследования был проведен анализ погодных условий как для каждого заповедника (межгодовые различия), так и между заповедниками. С помощью непараметрического аналога дисперсионного анализа – критерия Фридмана были исследованы межгодовые различия (1994–2004 гг.) в заповедниках по фиксированному набору показателей погоды. Статистически значимые различия в погодных условиях между годами наблюдений были выявлены в заповедниках «Большая Кокшага», «Жигулевский» и «Керженский». Напротив, в ГПЗ «Костамукшский» межгодовые различия в погодных условиях по фиксированному набору параметров не обнаружены (табл. 1).

Таблица 1

Анализ межгодовых различий по фиксированному набору показателей погодных условий в заповедниках с помощью критерия Фридмана за период 1994–2004 гг.

Заповедник	Критерий Фридмана	Уровень значимости, p
«Керженский»	31.47	0.001
«Большая Кокшага»	28.74	0.001
«Жигулевский»	22.49	0.01
«Костамукшский»	12.91	0.17

Таблица 2

Анализ различий между заповедниками по показателям погодных условий за период 1994–2004 гг.

Показатель	Критерий Краскела – Уоллиса	Уровень значимости, p
Температура средняя	19.25	0.0002
Температура средняя минимальная	19.57	0.0002
Температура средняя максимальная	28.06	0.0001
Количество осадков	18.96	0.0001

Для уточнения характера различий в погодных условиях в исследуемых заповедниках были проведены сравнения отдельно по каждому показателю. При проведении такого сравнения

был применен ранговый анализ вариаций по Краскелу – Уоллису, который является непараметрическим методом сравнения для независимых выборок и не имеет ограничения относительно вида распределения признака. Проведенный анализ показал, что по отдельным показателям погодных условий статистически значимые различия с применением критерия Краскела – Уоллиса выявлены для всех изученных заповедников (табл. 2).

Статистический анализ показателей видовой структуры

На следующем этапе исследования были решены две задачи: во-первых, проведен анализ межгодовых различий (1994–2004 гг.) видовой структуры сообществ позвоночных в каждом из заповедников; во-вторых, исследованы различия видовой структуры сообществ между заповедниками, как по отдельным показателям за этот же период времени, так и по обобщенной функции желательности.

Межгодовые различия (1994–2004 гг.) в каждом из заповедников по стандартному набору индексов видовой структуры сообществ позвоночных были исследованы с применением критерия Фридмана. Следует отметить, что при расчете индексов видовой структуры в заповедниках «Керженский» и «Костамукшский» рассматривалось объединенное сообщество крупных млекопитающих и птиц отряда Galiformes, а в заповедниках «Большая Кокшага» и «Жигулевский» в расчетах использовались данные по численности только крупных млекопитающих. Расчет критерия Фридмана по стандартному набору показателей видовой структуры выявил статистически значимые различия между годами наблюдений в заповедниках «Большая Кокшага» и «Жигулевский». В то же время было установлено, что в ГПЗ «Керженский» и ГПЗ «Костамукшский» таковые различия отсутствуют (табл. 3).

Для уточнения характера различий в видовой структуре населения крупных млекопитающих и птиц в исследуемых заповедниках были проведены сравнения отдельно по каждому из девяти показателей с применением критерия Краскела – Уоллиса. Результаты проведенного анализа показали, что по большинству учитываемых индексов (шесть из девяти) установлены статистически значимые различия ($p < 0.05$) между заповедниками. Не выявлены статистически значимые различия только по трем показателям: индексам видового разнообразия Шеннона ($p = 0.06$) и Симпсона ($p = 0.119$), а также по индексу доминирования Симпсона ($p = 0.08$).

Таблица 3

Анализ межгодовых различий по стандартному набору индексов видовой структуры позвоночных в заповедниках с применением критерия Фридмана за период 1994–2004 гг.

Заповедник	Критерий Фридмана	Уровень значимости, p
«Керженский»	7.18	0.85
«Большая Кокшага»	18.27	0.03
«Жигулевский»	27.22	0.007
«Костамукшский»	27.44	0.07

При изучении различий видовой структуры позвоночных между заповедниками важно было оценить не только различия по каждому показателю отдельно, но и рассмотреть видовую структуру сообщества в целом, т.е. определить, различаются ли исследуемые заповедники по всему комплексу показателей видовой структуры. Для решения этой задачи была применена обобщенная функция желательности, являющаяся удобным инструментом свертки нескольких показателей в одну интегральную характеристику. Это позволило оценить видовую структуру сообщества одним показателем и, соответственно, провести сравнение заповедников по одной комплексной характеристике. Применение однофакторного дисперсионного анализа показало, что видовая структура сообществ позвоночных в изучаемых заповедниках статистически значимо различается между собой по обобщенной функции желательности ($F = 17.19$, $p = 0.0001$).

Корреляционный анализ связи погодных условий и показателей видовой структуры

Для выявления связи параметров погодных условий с показателями видовой структуры сообществ позвоночных изучаемых заповедников в качестве информативных были выбраны индексы видового разнообразия Шеннона и Симпсона, поскольку показатели видового богатства для заповедных территорий являются более консервативными. Для характеристики силы связи изучаемых показателей был применен метод ранговой корреляции Спирмена. Проведенный анализ показал, что ни в одном из заповедников не установлено корреляционной связи между индексами видового разнообразия и метеоклиматическими показателями.

Обсуждение результатов

Полученные результаты свидетельствуют, что по абиотическим факторам – погодным условиям – заповедники естественным образом

отличаются как во временном (межгодовые различия), так и в пространственном аспектах. В то же время видовая структура сообщества является более консервативной и стабильной. При этом чем более полночленным (сложноорганизованным) является сообщество, тем менее выражены межгодовые различия в показателях видовой структуры, как это было установлено на примере ГПБЗ «Керженский» и ГПЗ «Костамукшский». Эти результаты согласуются с положениями теоретической экологии, согласно которым более сложноорганизованные сообщества обладают и более высокой стабильностью, обеспечивающей гомеостатирование сообщества в изменяющихся условиях среды (Бигон и др., 1989; Одум, 1975). Несмотря на результаты корреляционного анализа, проблема связи биоразнообразия и метеоклиматических факторов представляется отнюдь не однозначной, особенно в контексте острой дискуссии о глобальном потеплении и его возможных последствиях. Начиная с середины 50-х годов XX века и до последних лет происходит постепенное повышение средней годовой температуры. Так, например, за последнее аномально теплое десятилетие конца XX века средняя температура воздуха повысилась в южных и центральных районах Нижегородской области на 0.6°C , а в северных районах – на 0.4°C (Мокеева, 2005). Однако проведенный нами детальный помесечный анализ климата с применением показателя Херста подтвердил сложившееся в настоящее время представление о зимнем «потеплении» и летнем «похолодании» (Гелашвили и др., 2008). В связи с тем, что скорость изменения температуры в «тёплый» период выше, чем скорость «похолодания», в целом за год по результатам инструментальных наблюдений имеет место повышение температуры. Тем не менее категоричного вывода о глобальном потеплении многие специалисты не делают. Еще более сложным является вопрос об изменении биоты. Действительно, если вековые наблюдения за метеоклиматическими факторами не позволяют прийти к однозначному выводу, то 10-летние временные ряды являются тем более недостаточными. К сожалению, «Летописи природы», которые ведутся в заповедниках и должны в полной мере отражать временную динамику абиотических факторов и биоты, объективно страдают известной недостаточностью и фрагментарностью, что требует безотлагательного проведения систематических полномасштабных наблюдений и исследований по выявлению связи биоразнообразия и метеоклиматических факторов, в том числе и на базе заповедников.

Список литературы

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология: Особи, популяции, сообщества. В 2 т. М.: Мир, 1989. Т. 2. 477 с.
2. Гелашвили Д.Б., Иванова И.О. Связь биоразнообразия заповедника «Керженский» с погодными условиями 1993–2006 годов // Труды ГПБЗ «Керженский». Нижний Новгород, 2006. Т. 3. С. 58–76.
3. Гелашвили Д.Б., Иванова И.О., Солнцев Л.А. Связь биоразнообразия заповедника с погодными условиями в 1994–2006 гг. // Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Йошкар-Ола, 2007. С. 111–134.
4. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
5. Чернов Ю.И., Пенев Л.Д. Биологическое разнообразие и климат // Успехи совр. биол. 1993. Т. 113. Вып. 5. С. 515–530.
6. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
7. Гелашвили Д.Б., Солнцев Л.А., Иванова И.О. и др. Анализ средневекового хода температуры в России с использованием показателя Херста // Приволжский научный журнал. 2007. № 3. С. 110–115.
8. Мокеева О.Д. К вопросу об изменении климата. Вековой ход средней температуры воздуха и сумм осадков по Нижнему Новгороду // Проблемы гидрометеорологии и мониторинга загрязнения окружающей природной среды в бассейнах великих рек. СПб.: Гидрометеоиздат, 2005. С. 333–335.

**RELATIONSHIP BETWEEN WEATHER CONDITIONS
AND VERTEBRATE SPECIES COMPOSITION:
A CASE STUDY OF NATURE RESERVES IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA**

I.O. Ivanova, D.B. Gelashvili

Based on the data of four nature reserves in the European part of Russia from 1994 to 2005, the problem of the relationship between vertebrate species composition indices and weather conditions has been considered. The absence of a pronounced correlation has been shown between variations in the vertebrate species composition and weather conditions. A conclusion has been reached on the vertebrate species composition stability in the nature reserves. Data insufficiency and fragmentariness on the biota parameter variations raise the question of systematic observations and research aimed at revealing the relationship between biodiversity and meteorological and climatic factors.

Keywords: Kerzhensky State Nature Biosphere Reserve, Bolshaya Kokshaga State Nature Reserve, Zhigulevsky State Nature Reserve, Kostamukshsky State Nature Reserve, biodiversity, weather conditions, species composition.