

На правах рукописи

Мосягина Асия Рашитовна

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ НОЧНЫХ MACROLEPIDOPTERA
НИЖЕГОРОДСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ**

03.00.16 – экология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Нижний Новгород

2009

Работа выполнена на кафедре зоологии Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского» Федерального агентства по образованию (ГОУ ВПО ННГУ им. Н. И. Лобачевского)

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Ануфриев Георгий Александрович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Сачков Сергей Анатольевич

доктор биологических наук, профессор
Постнов Иван Евстафьевич

Ведущая организация: Институт экологии растений и животных
УрО РАН (г. Екатеринбург)

Защита диссертации состоится « 15 » апреля 2009 года в 15 часов на заседании диссертационного совета Д.212.166.12 при Нижегородском государственном университете им. Н. И. Лобачевского по адресу: 603950 г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23, корп. 1, биологический факультет

E-mail: ecology@bio.unn.ru

Факс: 8 (831) 465-85-92

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского

Автореферат разослан « 13 » апреля 2009 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук

 Г. А. Кравченко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Одним из важнейших условий устойчивого развития человечества является сохранение биоразнообразия на нашей планете. Достаточный уровень природного разнообразия – необходимое условие нормального функционирования экосистем и биосферы в целом. В Российской Федерации реализация решений Всемирных саммитов об устойчивом развитии началось с разработки региональных стратегий сохранения биоразнообразия (Стратегия сохранения биоразнообразия России, 1998). В частности, в Нижегородской области разработан соответствующий проект (Стратегия сохранения биоразнообразия Нижегородской области, 2000), включающий принципы и приоритеты, цели и задачи сохранения биоразнообразия в области, для решения которых в первую очередь необходима полная инвентаризация флоры и фауны природных сообществ региона и оценка уровня их разнообразия. Нижегородское Заволжье в силу своего происхождения, биотопической гетерогенности, относительной пространственной и экологической изоляции обладает уникальными природными ресурсами. Эта территория характеризуется наличием различных природных комплексов: южно-таежных лесов, широколиственных лесов и, наконец, антропогенно нарушенных территорий, прилегающих к такому мегаполису, как Нижний Новгород. В то же время уровень изученности энтомофауны этого региона далеко не полный. Чешуекрылые являются одним из важнейших компонентов природных экосистем. Бабочки – это многочисленная процветающая группа насекомых. Чешуекрылые играют важную роль в наземных биоценозах как массовые потребители фитомассы и вредители плодовых, культурных и диких деревьев и кустарников, а также как опылители цветущих растений и один из компонентов трофических цепей.

На расселение бабочек решающее влияние оказывает климат, обводненность, рельеф местности, почвы и, конечно, растительность. Однако это не значит, что сходные климатические зоны со сходной растительностью будут заселены одними и

теми же видами бабочек. Решающее значение в данном случае имеют исторические факторы: история их расселения, степень изоляции от соседних районов, условия и особенности процессов местного видообразования. Отсюда следует, что нельзя переносить данные, полученные в одном районе, на другой, хотя бы и сходный с ним в климатическом и биологическом отношении. Каждый крупный район должен быть исследован отдельно. Это требование относится и к фауне бабочек.

Инвентаризация фауны чешуекрылых Нижегородского Заволжья далека от завершения. Не существует полного списка видов чешуекрылых, не исследована их сезонная динамика, биотопическая приуроченность и хорологическое разнообразие.

В связи с этим актуальным являются исследования в области экологии сообществ и прикладной экологии – изучение разнообразных типов межпопуляционных отношений, обеспечивающих образование сообществ как систем с относительно стабильным видовым составом, а также разработка принципов и практических мер, направленных на охрану живой природы как на видовом, так и экосистемном уровне.

Цели и задачи исследования

Целью нашей работы является исследование биоразнообразия фауны чешуекрылых Нижегородского Заволжья, для реализации которой решались следующие задачи: 1) провести инвентаризацию и выявить таксономическое разнообразие фауны *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья; 2) проанализировать экологические особенности фауны исследуемого региона по температурным режимам, приуроченности к жизненным формам растений, широте пищевой специализации, сезонным аспектам, биотопической приуроченности; 3) провести хорологический анализ изученной фауны насекомых; 4) оценить уровень биоразнообразия фауны *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья в различном пространственном масштабе; 5) предложить стратегию сохранения биоразнообразия фауны *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья.

Научная новизна

Впервые дополнительно выявлено 49 видов *Macrolepidoptera* для Нижегородской области, 139 видов для Нижегородского Заволжья, 217 видов для Керженского заповедника. Впервые для региона проведен зоогеографический анализ фауны макрочешуекрылых. Рассмотрены закономерности пищевой специализации, связи гусениц с основными жизненными формами растений. Рассмотрена сезонная динамика и выявлены фенологические комплексы *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья. Проведен анализ вклада в разнообразие сообществ *Macrolepidoptera* редких и обильных видов. Рассмотрены соотношение вкладов α - и β -компонентов биоразнообразия различных пространственных уровней в общее биоразнообразие *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья.

Теоретическое и практическое значение

Проделанная комплексная работа дает сравнительную информацию для исследований в аналогичном направлении в других регионах. Показано, что для видового разнообразия *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья наибольший вклад вносит β -компонент разнообразия в широком пространственном масштабе.

Материалы исследований включены в Летопись природы ГПБЗ «Керженский», а также используются в учебных курсах на биологическом факультете Нижегородского госуниверситета и при составлении кадастровых списков насекомых. По материалам диссертации опубликовано методическое пособие для учителей и педагогов, которое используется в системе дополнительного образования детей. Информация о видах-вредителях важна при проведении мониторинга вредителей леса. Кроме того, выявлены новые места обитания 10 краснокнижных видов, расширился список видов Нижегородского Заволжья, внесённых в Красную Книгу области, получены данные об относительной численности редких видов и уточнен их статус.

Апробация

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на Всероссийской научно-практической конференции «Экологические исследования и

проблемы экологического образования в европейских регионах России» (Арзамас, 2000), Международном симпозиуме «Информационные системы по биоразнообразию видов и экосистем» (Санкт-Петербург, 2003), на III съезде биофизиков России (Воронеж, 2004), Первой детско-юношеской экологической ассамблее в рамках Международного научно-промышленного форума «Великие реки» (Нижний Новгород, 2005), межрегиональной научно-практической конференции «Мониторинг редких видов – важнейший элемент государственной системы экологического мониторинга и охраны биоразнообразия» (Волгоград, 2005), Девятой межрегиональной научно-практической конференции «Региональные и муниципальные проблемы природопользования» (Киров, 2006), Международной научной конференции «Проблемы биологии, экологии и образования: история и современность» (Санкт-Петербург, 2006), VI Всероссийской научно-практической конференции «Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание» (Пенза, 2006), II и III Всероссийских научно-практических конференциях «Принципы и способы сохранения биоразнообразия» (Йошкар-Ола, 2006; Пущино, 2008), Всероссийской конференции молодых ученых «Биосфера Земли: прошлое, настоящее, будущее» (Екатеринбург, 2008), Международном форуме имени М. Ломоносова (Москва, 2008), III Международной научно-практической конференции «Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития» (Ишим, 2008), II Всероссийской научно-практической конференции «Экологические системы: фундаментальные и прикладные исследования» (Нижний Тагил, 2008).

По материалам диссертации опубликовано 20 работ.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 7 глав, выводов, списка литературы, включающего 219 наименований, в том числе 120 на иностранных языках, двух приложений, содержащих аннотированный список видов макрочешуекрылых и полный список растений, упоминаемых в тексте. Работа изложена на 341 странице машинописного текста (из них 135 страниц основного текста), содержит 15 таблиц и 30 рисунков.

Декларация личного участия автора

В основу работы положен материал, собранный лично автором. Идентификация большинства видов осуществлена автором. Автором произведена математическая обработка и интерпретация фактических данных.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность за помощь в определении материала ст. научн. сотр. Зоологического музея МГУ, к.б.н. А. В. Свиридову (г. Москва), Ю. Б. Косареву (г. Нижний Новгород), научным сотрудникам ЗИН РАН к.б.н. В. Г. Миронову и к.б.н. А. Ю. Матову (Санкт Петербург), за содействие и поддержку исследований Л. А. Гордеевой, О. В. Олифир, а также директору ГПБЗ «Керженский» Е. Н. Коршуновой, сотрудникам ГПБЗ «Керженский» О. Л. Кораблеву и О. В. Кораблевой. Автор выражает особую благодарность своему научному руководителю Г. А. Ануфриеву.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Проблема изучения, оценки и сохранения биоразнообразия

Биоразнообразии рассматривается как одно из важнейших условий устойчивого развития. Рассмотрена теория ценотической регуляции как научное обоснование необходимости сохранения биоразнообразия. Рассмотрены основные механизмы и закономерности изменения биоразнообразия природных экосистем. Проведен обзор методов оценки биоразнообразия, применимых для чешуекрылых. Проанализированы проблемы сохранения биоразнообразия *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья.

Проведен обзор степени изученности видового разнообразия макрочешуекрылых Нижегородского Заволжья и сопредельных территорий.

Глава 2. Условия обитания фауны

В главе рассматривается положение района исследования в системах районирования, особенности рельефа, климата, растительности. Более подробно описаны типы леса, где проводились исследования.

Глава 3. Материалы и методы исследования

Материалом для диссертации послужили собственные сборы 2003–2006 гг., проводившиеся на различных участках Нижегородского Заволжья в Борском, Воскресенском, Семёновском, Ковернинском, Лысковском, Сокольском, Ветлужском, Краснобаковском, Тоншаевском районах, а также в различных точках Керженского заповедника, который располагается на стыке Борского, Семеновского и Воскресенского районов.

Сборы чешуекрылых с сумеречной и ночной активностью осуществлялись с помощью ДРЛ мощностью 300 и 500 Вт. В полевых условиях в качестве источника света применялась автомобильная фара мощностью 12 Вт, с АКБ «Fire Ball» емкостью 60 Ah. Для исследования чешуекрылых с дневной активностью особое внимание уделялось кошению сачком по травяному ярусу, кустарникам и деревьям до высоты 3,5 м, при невозможности кошения применялся способ вспугивания чешуекрылых с последующим отловом.

В общей сложности было сделано 93 количественных учета, обработано более 3500 экземпляров бабочек, изготовлено более 700 препаратов гениталий.

Для оценки количества видов, обитающих на исследуемой территории,

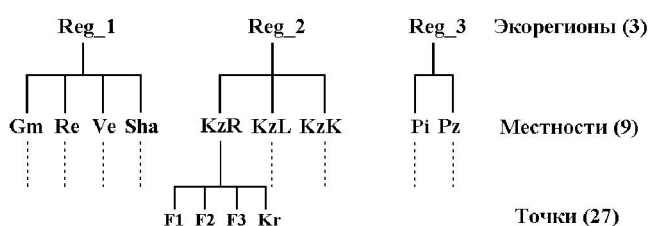


Рис. 1. Иерархическая структура выборок бабочек Нижегородского Заволжья в трёх экорегiónах, внутри которых были выбраны 9 местностей, внутри которых находилось 27 точек (Gm – побережье Горьковского водохранилища, Re – вблизи пос. Рекшино, Ve – ст. Ветлужская, Sha – Шалдеж, KzR – ГПБЗ «Керженский», окрестности пос. Рустай, KzL – ГПБЗ «Керженский», вблизи озера Черного, KzK – ГПБЗ «Керженский», кордон Пугай и Чернозерье, Pi – ст. Пижма, Pz – Пижемский заказник)

использовался непараметрический индекс экстраполяции S_{Chao} (Chao, 1987). Для оценки сходства фаун сопредельных территорий с фауной Нижегородского Заволжья использовался индекс сходства Чекановского-Сьеренсена для качественных данных, для оценки степени различия выборок использовался индекс различий Чекановского-Сьеренсена для количественных данных. Также была

проведена проверка на соответствие логарифмической модели обилия с помощью критерия χ^2 . Оценка биоразнообразия проводилась с помощью следующих индексов – параметр логарифмического распределения α , индекс Шеннона H' , выравненности E , индекс Симпсона (D) и его производных (вероятность межвидовых встреч $(1-D)$), индекс полидоминантности ($1/D$)), а также индекс Маргалефа.

Для анализа биоразнообразия в пространственном масштабе была использована методика, предложенная К. Саммервилем и др. (Summerville et al., 2003), которая предполагает иерархическую структуру выборок трех уровней – точки, местности, экорегионы (рис. 1). Экорегионы различаются по рельефным и геологическим особенностям, типам почв и структуре растительности (разделение по «Географии Нижегородской области», 1991). Первый экорегион (Reg_1) лежит в Среднекерженской провинции низменного лесного Заволжья, для которой характерны лесисто-болотные массивы, второй экорегион (Reg_2) – у северной границы Волжско-Керженской провинции, которая является типичным низменным полесьем, третий экорегион (Reg_3) – в Ветлужско-Керженской провинции у северной границы Нижегородского Заволжья, для нее характерен холмистый рельеф с сосновыми лесами-беломошниками и ельниками с пихтой и сосной в нижнем ярусе.

Каждый экорегион включает в себя несколько местностей, в которых расположены соответствующие точки (рис. 1). Всего для анализа было использовано 3 экорегиона, 9 местностей и 27 точек. Так как для чешуекрылых характерна высокая сезонность, мы взяли два периода для анализа – с 15 июня по 14 июля и с 30 июля по 29 августа.

Р. Ланде (Lande, 1996) продемонстрировал, что региональное видовое разнообразие (γ -разнообразие) может быть подсчитано как сумма α - и β -разнообразия, где α – это разнообразие внутри выборки, а β – разнообразие между выборками. В контексте нашей структуры выборок (рис. 4) α - и β -разнообразие определяется относительно данного уровня наблюдений. То есть α_1 – это значение разнообразия макрочешуекрылых каждой точки, а β_1 – это разнообразие между 27 точками. Так как α разнообразие любого масштаба – это простая сумма α - и β -

разнообразия предыдущего более низкого уровня масштаба (Wagner et al., 2000), общее разнообразие видов бабочек в 9 местностях в нашем исследовании может быть найдено по следующей формуле: $\alpha_{2(\text{местности})} = \alpha_{1(\text{точек})} + \beta_{1(\text{точек})}$. Аналогично, $\alpha_{3(\text{регионов})} = \alpha_{2(\text{местностей})} + \beta_{2(\text{местностей})}$, и для самого верхнего уровня общее разнообразие $\gamma = \alpha_{3(\text{регионов})} + \beta_{3(\text{регионов})}$. После подстановки получаем $\gamma = \alpha_{1(\text{точек})} + \beta_{1(\text{точек})} + \beta_{2(\text{местностей})} + \beta_{3(\text{регионов})}$. Общее разнообразие может быть оценено, таким образом, через пропорциональный вклад в разнообразие каждого масштабного уровня в иерархической структуре выборок. Подсчитав α -разнообразие для каждого уровня масштаба, мы можем получить β -разнообразие данного уровня как разность между α -разнообразием на этом уровне и α -разнообразием на следующем более высоком уровне; α -разнообразие всегда вычисляется как среднее из выборок на данном уровне независимо от того, как они сгруппированы на следующем более высоком уровне.

Глава 4. Таксономическое разнообразие фауны

Нами было учтено 3553 экземпляров, которые составляют 386 видов, относятся к 240 родам из 15 семейств. С учётом данных литературы, видовой состав фауны макролепидоптера Нижегородского Заволжья включает 459 видов 277 родов 44 подсемейства 15 семейств (табл. 1).

По сравнению с предыдущими исследованиями (Четвериков, 1993; Антонова, 1988, 1989; Ануфриев, Баянов, 2002) нами было для исследуемого региона выявлены 49 видов *Macrolepidoptera* для Нижегородской области, 139 видов для Нижегородского Заволжья, 217 видов для Керженского заповедника.

Всего в Красную книгу Нижегородской области (2003) включено 55 видов *Metaheterocera*, из них в Нижегородском Заволжье встречается 11 видов. Нами было отмечено 10 видов ночных чешуекрылых, занесённых в Красную книгу Нижегородской области. Из них 8 видов обитают в Керженском заповеднике. В результате наших исследований найдены новые места обитания видов, занесённых в

Красную книгу области, получены данные об относительной численности редких видов и уточнен их статус.

Сравнение таксономического состава фауны *Macrolepidoptera* с другими территориями бореального пояса показывает, что для *Macrolepidoptera* бореального смешанного леса Канады, провинция Альберта (Morneau et al., 2003), находящегося на той же широте (56°44'N, 118°20'W), что и Нижегородское Заволжье, что по количеству родов и видов также лидируют семейства *Noctuidae* (49,1 % по родам, 52,9 % по видам) и *Geometridae* (33,1 % по родам, 31,8 % по видам), а также *Arctiidae* (5,7 % по родам, 4,6 % по видам) и *Notodontidae* (3,4 % по родам, 4,2 % по видам). Сходная закономерность сохраняется для таксономического разнообразия фауны *Macrolepidoptera* экосистем стыка лесостепной, степной и лесной широколиственной зон Жигулевской возвышенности (Сачков, 2002) и парковых экосистем города Тобольска (Галич, 2007).

Таблица 1.

Таксономический состав фауны *Macrolepidoptera*
Нижегородского Заволжья

Семейство	Количество подсемейств	Количество		Количество	
		родов	%	видов	%
Hepialidae	1	1	0,36	2	0,44
Zygaenidae	2	4	1,44	7	1,53
Sesiidae	1	1	0,36	1	0,22
Cossidae	1	1	0,36	1	0,22
Lasiocampidae	1	8	2,89	11	2,40
Endromidae	1	1	0,36	1	0,22
Saturniidae	2	2	0,72	2	0,44
Lemonidae	1	1	0,36	1	0,22
Sphingidae	3	10	3,61	12	2,61
Drepanidae	2	7	2,53	9	1,96
Geometridae	6	88	31,77	162	35,29
Notodontidae	4	10	3,61	16	3,49
Noctuidae	14	116	41,88	192	41,83
Lymantriidae	1	8	2,89	10	2,18
Nolidae	1	2	1,08	2	0,65
Arctiidae	3	16	5,78	29	6,32
Всего	44	277	100,00	459	100,00

На основе данных о количестве видов, встретившихся только на одной из обследованных территорий (220 видов) и только на двух (95 видов), мы можем оценить общее количество видов, обитающих на территории Нижегородского Заволжья, используя непараметрический индекс экстраполяции: $S_{\text{Chao}} = 614 \pm 77$.

Полученный результат хорошо согласуется с данными о количестве видов, обитающих на прилегающих к Нижегородскому Заволжью территориях. Например, в Кировской области количество известных видов составляет 577 (Животный мир Кировской области, 1974, 2000), в Марий Эл – 601 (Матвеев и др., 1999), для всей же Нижегородской области известно 650 видов (Четвериков, 1993; Антонова, 1988, 1989; Ануфриев, Баянов, 2002).

Глава 5. Экологическое разнообразие фауны

При выделении экологических группировок для фауны *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья мы стремились оценить диапазон потребностей каждого вида, исходя из его стациальной приуроченности, известных трофических связей, сведений об общем распространении.

Выделение термогрупп проводилось на основе приуроченности ареалов к зональным режимам теплообеспеченности. При обозначении групп использовалась система терминов, предложенная Д. Н. Цыгановым (1983) с изменениями Г. А. Ануфриева и В. И. Кирилловой (1998). С учётом амплитуды приуроченности видов к термическим режимам климата выделялись и более широкие группировки, которые обозначались в терминах крайних заселяемых режимов. В фауне *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья преобладают микропермезотермы – 294 вида (64,1 %), распространенные от бореальной до средиземноморской зоны, и микромезотермы – 105 видов (22,9 %), ареал которых простирается от бореальной до субсредиземноморской зоны. Остальные группы включают не более 4 % видового состава (от одного до 17 видов). Таким образом, в фауне Нижегородского Заволжья преобладают виды с широкой толерантностью к температурным условиям умеренного климата.

По признаку питания гусениц на разных жизненных формах растений выделено 4 фитобионтные группы: дендробионты – обитатели деревьев (17,2 %), в том числе: хвойных (3,3 %), лиственных (13,1 %); тамнобионты – обитатели кустарников (3,3 %); хамебионты – обитатели полукустарников и кустарничков (2 %); хортобионты – обитатели травянистого яруса (46 %). Таким образом, в фауне макрочешуекрылых Нижегородского Заволжья преобладают хортобионты, связанные со сравнительно молодой и процветающей жизненной формой растений – травянистой, также довольно значительна доля чешуекрылых, связанных с древесно-кустарниковой растительностью. Для чешуекрылых Жигулевской возвышенности (Сачков, 2002) также характерно преобладание хортобионтов (53,3 %).

Для анализа широты пищевой специализации гусениц было выделено три группы (Яхонтов, 1964) – полифаги (гусеницы развиваются на различных растениях из разных семейств) – 56 %, олигофаги (гусеницы развиваются на растениях из одного семейства) – 30,5 % и монофаги (гусеницы развиваются на растениях одного вида или рода) – 13,5 %.

Интересно отметить, что для *Macrolepidoptera* в бореальном смешанном лесу Канады, провинция Альберта (Morneau et al., 2003), находящемся на той же широте (56°44'N, 118°20'W), что и Нижегородское Заволжье, характерно сходное соотношение полифагов / олигофагов / монофагов (58 % / 26,6 % / 15,4 % соответственно), такое же соотношение характерно и для макрочешуекрылых Жигулевской возвышенности (61,9 % / 22,8 % / 15,3 % соответственно), а для всей группы чешуекрылых Жигулевской возвышенности это соотношение меняется в сторону уменьшения доли полифагов и увеличения доли монофагов (Сачков, 2002).

Для других групп листоядных насекомых это соотношение различное: для долгоносикообразных жуков Мещёрской низменности (Хрисанова, 2006) 23,6% полифагов, 33,3% олигофагов, 41% монофагов, не выясненных – 3,1%; для дендрофильных цикадовых Нижегородского Заволжья (Никанорова, 2007) соотношение полифаги / олигофаги / монофаги – 51,8% / 10,3% / 37,9 % соответственно; для фитофагов среди дендрофильных жесткокрылых (Никанорова,

2007) это соотношение различно для личинок (55,3 % / 22,35% / 22,35%) и имаго (77,6% / 12,1% / 10,3 %). Большая доля полифагов, характерная для жесткокрылых и чешуекрылых, может объясняться тем, что обе эти группы являются процветающими группами насекомых, и, по-видимому, приспособление их к окружающей среде шло по линии расширения трофического спектра. Кроме того, и для жесткокрылых, и для гусениц чешуекрылых характерен грызущий ротовой аппарат, который расширяет возможности разнообразного питания.

По времени лёта бабочек было выделено 7 сезонных аспектов – осенне-весенний (1,1%), весенний (7,4%), раннелетний (29,6%), среднелетний (27,2%), позднелетний (12,0%), осенний (3,7%), поливольтинный (19,0%). Наибольшее видовое богатство имаго макрочешуекрылых характерно для первой половины лета (раннелетний и среднелетний аспекты), что связано со временем преимущественного цветения растений, являющихся кормовой базой имаго, а также с оптимальными погодными условиями.

По преимущественной биотопической приуроченности имаго выделены следующие основные группировки: лесная, луговая, околородная. В фауне Нижегородского Заволжья преобладают лугово-лесные и лесные виды, в сумме составляющие почти 70 % видового богатства.

Глава 6. Хорологическое разнообразие фауны

Для понимания механизмов формирования фауны Нижегородского Заволжья необходимо оценить долю участия видов с различным распространением в фауне изучаемой территории. С этой целью был проведён ареалогический анализ фауны. В основу зоогеографического анализа положена схема биогеографического деления Палеарктики А. Ф. Емельянова (1974).

Территория Нижегородского Заволжья полностью лежит в пределах западосубконтинентального сектора на границе эвбореального и суббореального поясов Евразии в Зырянской провинции Западноевросибирской подобласти Евросибирской таёжной области.

Проведённый анализ показывает, что основную часть лепидоптерофауны составляют широко распространённые виды гиადийской группы (291 вид, 63,4%). Доля видов, имеющих узкие ареалы, всего 4,6 %.

Также довольно значительна доля видов палеарктической группы (144 вида, 31,4 %), среди которой преобладают виды с транспалеарктическим (66 видов, 14,4 %) и западнопалеарктическим (37 видов, 8,1 %, включая западнопалеарктическое южное) распространением.

В результате можно сделать вывод, что в формировании фауны *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья основная роль принадлежит гиадийским формообразовательным центрам.

Значительная доля видов (373 вида, 81,3 %) с широким распространением показывает наиболее полное покрытие ими своих потенциальных ареалов, которые определяются климатическими факторами. Следовательно, в распространении бабочек более значительную роль играют именно климатические факторы по сравнению с историческими, что может быть обусловлено их большей мобильностью по сравнению с другими листоядными насекомыми. Наличие видов (3,1 %) с разорванными ареалами свидетельствует о некотором влиянии исторических причин на их распространение.

Глава 7. Биоразнообразие *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья на современном этапе

Для оценки уровня биоразнообразия *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья и определения стратегии его сохранения в этой главе мы рассматриваем результаты количественных учетов, сделанных на различных территориях Нижегородского Заволжья. Всего было сделано 93 учета, собрано 2906 экземпляров 366 видов.

Соответствие распределения обилий логарифмическому ряду было выявлено в 88 учетах из 93, а также для всех суммарных данных при критическом значении $P > 0,05$ для критерия согласия χ^2 . Такой результат является характерным для сообществ ночных бабочек – во-первых, эта эмпирическая модель была впервые выведена именно на ночных бабочках (Fisher et al., 1943), во вторых, во многих исследованиях,

посвященных бабочкам, распределение обилий соответствует логарифмическому ряду (см. например, Bakke et al, 2001; Thomas, Thomas, 1994; Hilt, 2005; Brehm, 2002; Thomas, 2002; Hawes, 2005; Beck, 2005).

Сравнение показателей видового разнообразия различных групп животных на изучаемой или близких территориях показало, что для *Macrolepidoptera* характерен высокий уровень видового разнообразия. Это согласуется с тем, что чешуекрылые – процветающая группа насекомых, которая является второй по количеству видов после жесткокрылых. Такого уровня биоразнообразия они достигли за счет приспособленности к ночному образу жизни, когда большинство естественных врагов (насекомоядные птицы) неактивны, а также за счет ярко выраженной сезонности.

При сравнении значения видового разнообразия *Macrolepidoptera* с другими территориями было получено, что для Нижегородского Заволжья характерно высокое разнообразие, сравнимое с биоразнообразием более южных районов Европы и Северной Америки, которое ниже, чем в тропической Индонезии, выше, чем для аналогичных по широте территорий Северной Америки. Такое высокое биоразнообразие можно объяснить, во-первых, большей антропогенной нарушенностью и сильной антропогенной фрагментированностью указанных территорий по сравнению с Нижегородским Заволжьем, а во-вторых, спецификой изучаемой территории, для которой характерно большое количество различных рек, способствующих развитию пойменных ландшафтов, являющихся интразональными и характеризующихся высоким разнообразием.

Сравнительный анализ таксономического состава лепидоптерофауны Нижегородского Заволжья и сопредельных территорий (Нижегородского Предволжья, Владимирской, Ивановской и Кировской областей, республики Марий Эл) позволяет отметить, что эти фауны имеют очень сходный характер. Индекс сходства, рассчитанный по формуле Чекановского-Сьеренсена (S_{Ch}) для качественных данных, составляет от 72,56 % до 77,83%. Наблюдается варьирование этого индекса для различных семейств *Macrolepidoptera* от 54% до 94 %. Основные

семейства демонстрируют высокую степень сходства фаун (от 70 до 90%). Это говорит о том, что сравниваемые территории имеют схожие ландшафтные и климатические условия.

Анализ биоразнообразия *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья в пространственном масштабе

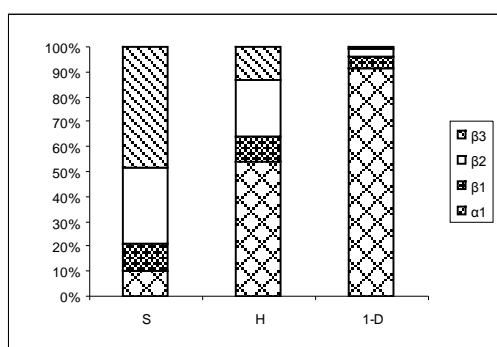


Рис. 2. Процентное соотношение видового богатства (S), индекса Шеннона (H), и вероятности межвидовых встреч (1-D), показывающее α и β компоненты регионального разнообразия.

Как можно видеть из рис. 2, компонент β -разнообразия (β_3) оказался наиболее значительным (50 %) для видового богатства (S), тогда как для вероятности межвидовых встреч (1-D), являющейся показателем доминирования, наиболее значительным (90 %) оказался компонент α -разнообразия (α_1), для индекса Шеннона (H), который чувствителен и к видовому богатству, и к выравненности; наиболее значительным (50 %), также как и для

вероятности межвидовых встреч (1-D), является компонент α -разнообразия (α_1). Таким образом, наибольший вклад в видовое богатство вносит самый верхний уровень, то есть разница между экорегионами, тогда как для выравненности основное значение имеет самый нижний уровень – фауна отдельных точек.

Таким образом, видовое разнообразие и структура сообщества *Macrolepidoptera* изменяется в различных пространственных масштабах. Выбранные нами экорегионы характеризуются различием в рельефе, типах почв, истории использования, растительности, и все это оказывает свое влияние на структуру сообществ чешуекрылых (Flesishman et al., 2000; Summerville et al., 2001, 2003).

Сообщества, в которых большая часть видового богатства складывается из редких видов, представляют собой некоторую сложность для определения стратегии их сохранения. Например, в соответствии с нашими данными, основной вклад в разнообразие отдельных точек внутри лесных массивов вносят виды, представленные единичным обилием. При этом стратегия управления такими массивами,

направленная на защиту их от вредителей, может неумышленно повлиять на большинство видов, составляющих богатство сообщества.

При сравнении наших данных с результатами, полученными К. Саммервилем и др. (Summerville et al., 2003) для лесных чешуекрылых Огайо (США), можно видеть, что все уровни иерархической структуры выборок вносят равный вклад в видовое разнообразие, тогда как для чешуекрылых Нижегородского Заволжья характерен больший вклад самого верхнего уровня (различия между экорегионами). Тем не менее, авторы делают вывод о том, что для биоразнообразия и структуры сообщества чешуекрылых лесных экосистем Огайо в пространственном масштабе наибольшее значение имеет именно компонент β -разнообразия (β_3), объясняя это тем, что для каждого из трёх регионов характерна большая доля уникальных видов, а равный вклад в видовое разнообразие различных пространственных уровней объясняют недостаточностью повторностей. Предлагаемый этими авторами подход к стратегии сохранения разнообразия исходит из создания условий для сохранения видов, достигающих довольно значительного относительного обилия (5–10 % в выборке), а также видов, которые уникальны для данного пространственного уровня. Такой подход может быть приемлем для условий сильной фрагментации сообществ и сильной антропогенной нарушенности средней полосы Северной Америки, где возникла необходимость для сохранения обычных видов, то есть произошла тривиализация фауны.

Предлагаемая нами стратегия сохранения биоразнообразия *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья, территория которого является относительно малонарушенной и нефрагментированной, заключается в создании условий для сохранения редких видов, а именно сохранения целостности экосистем, характерных для данной территории на большой площади, в частности, расширения существующего биосферного резервата на все Нижегородское Заволжье.

Выводы

1. В результате инвентаризационных исследований и таксономического анализа фауны *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья было выявлено 459 видов *Macrolepidoptera* из 277 родов, относящихся к 15 семействам. Таксономический строй и таксономическое богатство выявленной фауны соответствует таковым бореального пояса и сопоставимы с ними смежных и отдаленных территорий пояса, по которым имеются соответствующие данные.

2. Анализ экологических особенностей фауны *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья позволяет заключить, что по температурным режимам наибольшую долю составляют виды, обладающие широкой толерантностью к температурным условиям умеренного климата; по приуроченности к жизненным формам растений преобладают виды, связанные с травянистыми растениями; по широте пищевой специализации более половины составляют полифаги; по сезонным аспектам преобладают раннелетние и среднелетние виды, середина лета оптимальна для лёта большинства бабочек умеренного пояса; по биотопической приуроченности более двух третей всех видов относится к лесной и лугово-лесной группе.

3. Проведённый хорологический анализ позволил установить, что основное ядро лепидоптерофауны составляют широко распространённые виды гиადийской группы. Разнотипность ареалов говорит об участии ряда фауногенетических центров в сложении анализируемой фауны, о её сложном генезисе.

4. Уровень видового разнообразия сообществ *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья, оцененный с помощью индексов, по сравнению с другими группами животных и другими территориями является высоким как на локальном уровне, так и в широком пространственном масштабе.

5. По результатам настоящей работы предлагается следующая стратегия сохранения видового разнообразия *Macrolepidoptera* Нижегородского Заволжья: необходимо создание условий для сохранения редких видов, а именно сохранения целостности экосистем, характерных для данной территории, то есть создание экосети с ключевыми, транзитными территориями, буферными зонами и участками

экологической реставрации. Наши результаты подтверждают необходимость создания экосети, которая декларируется Паневропейской стратегией сохранения биоразнообразия.

Публикации по теме диссертации

I. Работы, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК:

1. **Мосягина А. Р.** Биоразнообразие высших ночных чешуекрылых лесных экосистем Нижегородского Заволжья // Проблемы региональной экологии. 2006. № 6. С. 90–94.

II. Статьи, тезисы и материалы докладов региональных и всероссийских конференций и семинаров:

2. Мосягина А. Р. Перспективы создания компьютерного определителя бабочек на основе нейронных сетей / **Мосягина А. Р.**, Мосягин В. А., Хабибуллин Р. Д., Ануфриев Г. А. // Тезисы докладов III съезда биофизиков России. Воронеж, 2004. С. 778.

3. Мосягина А. Р. Компьютерный определитель булавоусых чешуекрылых Нижегородской области / **Мосягина А. Р.**, Мосягин В. А., Ануфриев Г. А., Хабибуллин Р. Д. // Тез. докл. Международного симпозиума «Информационные системы по биоразнообразию видов и экосистем». СПб., 2003. С.55–56.

4. **Мосягина А. Р.** Исследование биологического разнообразия чешуекрылых // Метод. обеспечение исследовательской деятельности по экологии школьников и студентов. Н. Новгород, 2005. С. 76–79.

5. **Мосягина А. Р.** Дополнение к фауне Noctuidae Нижегородского Заволжья // Матер. II Всероссийской научно-практ. конф. «Принципы и способы сохранения биоразнообразия». Йошкар-Ола, 2006. С. 124–125.

6. **Мосягина А. Р.** Проблема изучения, оценки и сохранения биоразнообразия // Экология глазами молодежи: Матер. детско-юношеской экологической ассамблеи. Н. Новгород, 2005. С. 71–83.

7. Мосягина А. Р. Мониторинг и сохранение биоразнообразия фауны Macrolepidoptera в лесных экосистемах Керженского заповедника / **Мосягина А. Р.**,

Хабибуллин Р. Д. // Материалы VI Всероссийской научно-практ. конф. «Окружающая природная среда». Пенза, 2006. С. 45–47.

8. Мосягина А. Р. К биоразнообразию лесных вредителей из фауны Macrolepidoptera Нижегородского лесного Заволжья / **Мосягина А. Р.**, Ибрагимов А. К. // Лесной комплекс Нижегородского Поволжья: проблемы, состояние и перспективы развития: Сб. научных статей по матер. научно-производств. конф. НГСХА. Н. Новгород, 2006. С. 34–43.

9. **Мосягина А. Р.** К фауне редких видов Macrolepidoptera Нижегородского Заволжья // Тез. межрегиональной научно-практ. конф. «Мониторинг редких видов – важнейший элемент единой государственной системы экологического мониторинга и охраны биоразнообразия». Волгоград, 2005. С. 152–155.

10. **Мосягина А. Р.** К биоразнообразию фауны Macrolepidoptera Нижегородского лесного Заволжья // Матер. конф. «Проблемы биологии, экологии и образования: история и современность». СПб., 2006. С. 97–98.

11. **Мосягина А. Р.** Фауна высших ночных чешуекрылых ГПЗ Керженский // Матер. конф. «Особо охраняемые территории в Приволжском федеральном округе: Научная, эколого-просветительская и охранная деятельность». Чебоксары, 2006. С. 86–95.

12. Хабибуллин Р. Д. Феномен биологического разнообразия как основной приоритет в экологическом образовании: Роль заповедников и ботанических садов / Хабибуллин Р. Д., Ибрагимов А. К., **Мосягина А. Р.**, Мининзон И. Л. // Матер. конф. «Особо охраняемые территории в Приволжском федеральном округе: Научная, эколого-просветительская и охранная деятельность». Чебоксары, 2006. С. 139–141.

13. Мосягина А. Р. Современные информационные технологии в дополнительном экологическом образовании / **Мосягина А. Р.**, Мосягин В. А., Хабибуллин Р. Д., Ануфриев Г. А. // Матер. Всероссийской научно-практ. конф. «Экологические исследования и проблемы экологического образования в европейских регионах России». Арзамас, 2000. С. 154–157.

14. Мосягина А. Р. Мониторинг экологического состояния окружающей среды / **Мосягина А. Р.**, Мосягин В. А. Н. Новгород, 2005. 28 с.

15. **Мосягина А. Р.** Пространственная изменчивость в видовой структуре и разнообразии лесных Macrolepidoptera Нижегородского Заволжья // Матер. III Всероссийской научно-практ. конф. «Принципы и способы сохранения биоразнообразия». Пушино, 2008. С. 177–178.
16. **Мосягина А. Р.** Экологическое разнообразие фауны ночных макрочешуекрылых в лесных экосистемах Нижегородского Заволжья // Экологические системы: фундаментальные и прикладные исследования. Ч. 2. Сб. матер. II Всерос. науч.-практ. конф. Нижний Тагил, 2008. С. 64–69.
17. **Мосягина А. Р.** Пространственная структура биоразнообразия лесных Macrolepidoptera Нижегородского Заволжья // Ломоносов – 2008: Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, секция «Биология»: Тезисы докладов. М., 2008. С. 103–104.
18. Хабибуллин Р. Д. Таксономическое разнообразие фауны Макрочешуекрылых (Macrolepidoptera) Нижегородского Заволжья / Хабибуллин Р. Д., **Мосягина А. Р.** // Природное наследие России в 21 веке: Матер. II междунар. научно-практ. конф. Уфа, 2008 г. С. 407–411.
19. Мосягина А. Р. Разнообразие чешуекрылых в связи с процессами урбанизации / **Мосягина А. Р.**, Хабибуллин Р. Д., Гарсия С. А. // Урбозкосистемы: проблемы и перспективы развития: Матер. III междунар. научно-практ. конф. Ишим, 2008. С. 187–189.
20. **Мосягина А. Р.** Хорологическое разнообразие фауны макрочешуекрылых Нижегородского Заволжья // Биосфера Земли: прошлое, настоящее и будущее: Матер. Всерос. конф. молодых ученых. Екатеринбург, 2008. С. 145–154.

Подписано в печать 2.03.2009. Формат 60x84 1/16.

Заказ № 28. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии НООО «Компьютерный экологический центр»

603005, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 3