

Воронежский государственный университет

На правах рукописи



Бутов Григорий Станиславович

**БИОЭКОЛОГИЯ ЗЕМНОВОДНЫХ И
ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ В УРБАНИЗИРОВАННЫХ УСЛОВИЯХ
(НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА)**

03.00.16 - экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Воронеж, 2004

Работа выполнена в Воронежском государственном университете

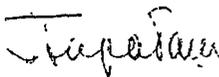
- Научный руководитель: доктор биологических наук,
профессор **Хицова Людмила Николаевна**
- Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор **Харченко Николай
Алексеевич**
кандидат биологических наук
Масалькин Александр Иванович
- Ведущая организация: Центрально-Черноземный
государственный биосферный природный
заповедник им. проф. В.В. Алехина

Защита диссертации состоится 14 октября 2004 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.038.05 при Воронежском государственном университете по адресу:
394006, г. Воронеж, Университетская пл., 1, биолого-почвенный факультет, тел. 20-88-84, e-mail: tmz288@bio.vsu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Воронежского государственного университета

Автореферат разослан 13 сентября 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат биологических наук



Г.И. Барабаш

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одной из главных проблем современности является сохранение окружающей природной среды в условиях прогрессирующих темпов урбанизации, развития промышленности, увеличения населения. Эта проблема стоит особенно остро для крупных городов и мегаполисов промышленно развитых регионов. Расширение территории населенных пунктов и их агломераций, приводящее к сокращению угодий, относительно нетронутых человеческой деятельностью, инициирует снижение качества среды внутри населенных пунктов.

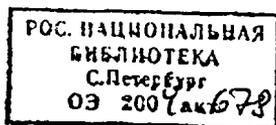
Современные концепции, касающиеся проблемы оптимизации отношений в системе - «природа - общество», в качестве - одного из основных путей решения проблемы предполагают необходимость включения природных комплексов в городскую среду.

Данный подход обуславливает приоритетность и актуальность исследований, направленных на поиск путей сохранения возможно большего количества диких видов растений и животных на территории городов.

Земноводные и пресмыкающиеся являются одними из наиболее многочисленных наземных позвоночных животных, имеющих значительную биомассу в характерных для них биотопах. Входя в качестве консументов второго - третьего порядков в большинство трофических цепей, они играют важную роль в поддержании стабильности расположенных на территории города природных комплексов.

За последние годы опубликован ряд работ, посвященных инвентаризации герпетофауны в различных городах России (Семенов, Леонтьева, 1989). На территории Центрально-Черноземного региона подобные работы проводились в г. Тамбове (Лада, 1995). Отдельные сведения о амфибиях и рептилиях городов Липецкой области содержатся в работе С.М. Климова и др., (1999), С.М. Климова и В.Н. Александрова (1993,1998).

В настоящее время г. Воронеж является крупным индустриальным центром с развитой многоотраслевой промышленностью. На фоне общей изученности фауны земноводных и пресмыкающихся Воронежской области исследования, касающиеся городских популяций этих животных, отсутствуют. Выяснение видового состава амфибий и рептилий г. Воронежа, их распределения внутри городской черты, особенностей экологических параметров популяций, фенологии и параметров занимаемых этими животными в антропогенном ландшафте биотопов важно как с теоретической (для понимания происходящих в изолированных группировках животных популяционных и микроэволюционных процессов), так и с практической (выработка конкретных рекомендаций по улучшению состояния городских биотопов и оптимизации состояния окружающей среды крупного города) точек



зрения. Все вышеизложенное обуславливает актуальность разрабатываемой темы.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы было изучение экологии и биологии фауны земноводных и пресмыкающихся г. Воронежа, аспектов формирования сложившихся на территории города герпетокомплексов, оценка роли популяций амфибий и рептилий в антропогенном ландшафте. Для ее достижения решались следующие задачи:

- изучение современного видового состава земноводных и пресмыкающихся г. Воронежа;
- исследование особенностей экологии и биологии городских популяций амфибий и рептилий;
- определение перспектив использования земноводных и пресмыкающихся для оценки качества среды г. Воронежа.

Научная новизна работы. Впервые проведено комплексное исследование герпетофауны г. Воронежа. Установлен видовой состав и распределение земноводных и пресмыкающихся по городским биотопам, в соответствии с чем оценена значимость тех или иных элементов антропогенного ландшафта для сохранения видового разнообразия амфибий и рептилий. Выделены группы городских водоемов с точки зрения их пригодности для обитания и размножения земноводных. Установлены возможные пути формирования городской герпетофауны Воронежа.

Впервые для территории г. Воронежа получены данные по пищевому рациону наиболее массовых, в условиях города, видов амфибий и рептилий, а также проведена оценка степени избирательности их питания.

Выявлены такие экологические параметры популяций, как половозрастная структура и динамика численности. Установлены особенности фенологии городских популяций.

Проанализированы морфометрические показатели озерной лягушки, прыткой ящерицы и зеленой жабы из городских популяций Воронежа для оценки состояния среды города по интегральному показателю стабильности развития животных.

Теоретическое значение работы. Проведенные исследования показывают, что большинство городских популяций являются в большей или меньшей степени изолированными внутри городской черты группировками животных. Характерной особенностью таких группировок является их малочисленность (зачастую равная лишь нескольким десяткам особей) и наличие различных отклонений в их популяционных характеристиках.

Полученные автором результаты вносят вклад в разработку теоретических основ функционирования малочисленных популяций, в изучении механизмов адаптации животных к быстро меняющимся условиям среды.

В характерных для антропогенного ландшафта небольших изолированных группировках животных действуют иные, чем в природных условиях, факторы, приводящие к возникновению специальных адаптации на уровне группы (что отмечено и другими исследователями (Вершинин, 1987)). Это позволяет малочисленным группировкам существовать в течение эволюционно длительного времени, поддерживая генетическую разнородность. Сведения о численности и половозрастной структуре таких изолятов могут быть использованы при дальнейшем изучении особенностей существования популяций животных в городской среде.

Практическое значение работы.

Получены популяционные показатели, дающие возможность прогнозировать состояние городских группировок амфибий и рептилий.

Накоплен и реализован опыт использования данной группы животных в системе биологического мониторинга качества среды г. Воронежа и Воронежской области.

Апробация работы. Отдельные результаты работы докладывались на итоговых научных конференциях биолого-почвенного факультета Воронежского государственного факультета (г. Воронеж, 2003, 2004 гг.), на 7-й Пущинской школе-конференции молодых ученых «Биология — наука XXI века» (Пущино, 14-18 апреля 2003 г.), а также на конференции «Проблемы экологии в современном мире» (Тамбов, 20 — 22 апреля 2004 г.).

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 6 работ.

Декларация личного участия автора.

Автор лично провел в период с 1994 по 2004 гг. полевые исследования. Камеральная обработка полевого материала, интерпретация фактических данных и написание текста диссертации осуществлялись автором по плану, согласованному с научным руководителем.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Видовой комплекс земноводных и пресмыкающихся крупного города складывается в течение исторически длительного времени, находится в неразрывной связи с его инфраструктурой и входит в качестве составного звена в формирующуюся на его территории урбазкосистему.

2. Антропогенное воздействие на городские популяции земноводных и пресмыкающихся обуславливают специфичность фенологических и экологических показателей этих видов, что проявляется в изменении численности и половозрастной структуры популяций, снижении успешности размножения.

* Исследования этого направления поддержаны грантом МПР (НИЧ № 3051, раздел «Оценка современного состояния наземных и водных экосистем Центрально-Черноземного района по показателям флуктуирующей асимметрии морфологических структур модельных видов животных»)

3. В качестве биоиндикаторов состояния городской среды перспективно использования земноводных и пресмыкающиеся.

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из общей характеристики работы, 7 глав, выводов, списка литературы и приложения. Общий объем составляет 203 страницы, включая 47 таблиц, 32 рисунка и приложение на 46 страницах. Список литературы включает 173 источника, в том числе 36 зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Интерес к экологии животных, обитающих на территории антропогенных ландшафтов, возник, приблизительно, в 30-40 годах нашего столетия (Клауснитцер, 1990) и был во многом обусловлен усилившимся процессом урбанизации и связанным с ним обострением проблем снижения качества среды в городах (прежде всего крупных).

На первом этапе работы, посвященные изучению земноводных и пресмыкающихся в городском ландшафте, носили, в основном, обзорный характер (Hallmann, 1981; Dickman, 1987; Glaw, Schütz, 1988; Kordes, 1989; Juszyk, 1989; Heimes, 1990) и касались видового состава амфибий и рептилий отдельных городов, особенностей их распределения внутри городской черты. Приводились результаты картирования отдельных мест находок животных. При этом, в большинстве перечисленных публикаций указывалось на снижение видового разнообразия животных в городах, сокращение и фрагментацию их ареалов.

В нашей стране первые шаги в изучении городской герпетофауны были сделаны А.Г. Банниковым и др. (1967), В.И. Гараниным (1981, 1983), Н.И. Гавриленко (1970), Н.А. Гладковым и А.К. Рустамовым (1975), А.А. Лебединским (1980), В.Л. Вершининым (1981, 1987). В исследованиях упомянутых авторов дана характеристика состояния батрахофауны городов, проведен анализ основных влияющих на нее антропогенных факторов, предложен ряд охранных мер.

Первое описание фауны амфибий и рептилий Воронежской губернии было сделано Н.А. Северцовым (1850). Данное направление исследований продолжено в работе С.И. Огнева и К.А. Воробьева (1923). Изучением батрахофауны Воронежской области занимался В.А. Сигов (1936), Барабаш-Никифоров, Павловский (1948), Барабаш-Никифоров (1958).

Позже работы по инвентаризации видового состава амфибий и рептилий Воронежской области проводились сотрудниками Воронежского государственного биосферного заповедника (Масалькин, 1993, 1995), Хоперского государственного заповедника (Воронина и др., 1995), а также Воронежского государственного университета (Ушаков, 1994; Климов, 1996).

В последние годы, в связи со снижением качества городской среды, появились исследования, касающиеся использования отдельных видов амфибий и рептилий в системе биомониторинга (Голуб, Хицова, Артюхов, 2004).

Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Экспериментальный этап работы охватывает 10 лет (1994 - 2004 г.г.). Изучение численности взрослых животных проводилось маршрутным методом и на пробных площадках. При изучении плотности личинок земноводных в водоемах использовались гидробиологический сачок и биоценометр. В первом случае количество пойманных личинок относилось к объему прошедшей через сачок воды. Во втором случае количество личинок сопоставлялось с площадью водоема.

Изучение фенологии амфибий и рептилий велось в соответствии с рекомендациями В.И. Гаранина и др. (1989). Снятие промеров со взрослых животных и сеголеток проводилось штангенциркулем. Измерение личинок земноводных проводилось при помощи микроскопа МБС-9 с окуляром со сменной шкалой.

При изучении питания использовалась общепринятая методика взятия выборок (объемом около 20 особей) для четырех модельных видов животных. Всего обследовано по 160 особей каждого из этих видов. Пищевые ингредиенты устанавливались путем изучения непереваренных остатков в фекалиях животных по Б.Н. Вержуцкому, В.Е. Журавлеву (1977), А.Ю. Целлариусу (1977). Этим методом обработано 643 пробы. Определение проводилось по «Определителю насекомых Европейской части СССР» (1970). Обилие различных групп беспозвоночных в биотопах, населенных земноводными и пресмыкающимися, изучено путем кошения и с помощью ловушек Барбера (всего 160 ловушко-суток и 100 кошений).

Для выявления общности рационов различных видов применяли коэффициент Чекановского-Сьеренсена.

Вычисление интегрального показателя стабильности развития проводили по В.М. Захарову и др. (2000), с использованием стандартных методов. Для проверки достоверности различий между выборками использовали t-критерий Стьюдента. Расчеты проведены с использованием пакета статистических программ STADIA и MS EXCEL. Иллюстративный материал подготовлен с помощью компьютерной графики.

Глава 3. КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ.

Город Воронеж расположен на берегах реки Воронеж, недалеко от ее впадения в реку Дон в пределах Левобережного придолинно-террасового района лесостепной провинции Окско-Донской низменной равнины.

Поверхность района имеет вид слаборасчлененной ступенчатой равнины, плавно понижающейся с востока на запад — к пойме реки Воронеж. В пределах локальных поднятий высота междуречий достигает 165 - 175 м. Самые низкие участки находятся в пойме реки Воронеж, поднимаясь над уровнем моря всего на 75 — 90 м. В основании рассматриваемой территории лежат верхнедевонские глины, известняки, пески, песчаники.

Климат территории Подворонежья умеренно континентальный. Средняя температура воздуха за год составляет 5,0 - 5,5°C : января - 9,5 - 9,0°C, июля — 19,5 — 20,0°C. Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха около -30,0°C, а средний из абсолютных максимумов - около 35,0°C. Продолжительность периода с устойчивой средней суточной температурой воздуха выше 10°C в Воронеже - 150 дней; средняя продолжительность безморозного периода - 150 - 155 дней. Годовая сумма осадков колеблется от 500 до 550 мм. Летом они нередко выпадают в форме коротких ливней.

Микроклиматическая основа, города создается сочетанием неоднородности строений и состоянием деятельных слоев и поверхностей по сравнению с наблюдавшимися на данной территории до их создания. Внутри города в зависимости от системы застройки, ориентации улиц, наличия зеленых насаждений и водных пространств существует своя специфика хода метеопараметров (Хрипякова, 1999). Выявленные закономерности их режима позволяют выделить в городских границах четыре типа погоды: бризовый аквально-долинный, псевдоциклонально-городской, городской умеренно-влажный, городской умеренный. В основу выделения типов погоды положен принцип отклонений метеопказателей от средних значений.

На микроклимат города большое влияние оказывает Воронежское водохранилище, созданное в 1972 г. По данным К.С. Затулей (1986) в прибрежной части водохранилища отмечается бризовая циркуляция, особенно хорошо выраженная на левобережье. По данным этого же автора с созданием водохранилища связаны особенности влажности и температурного режима города. Исследования проведенные Г.А. Однораловым (1986) выявили изменения почв, находящихся в зоне влияния на них водохранилища.

Основным формирующим фактором развития почвенного покрова в городе является тип землепользования, определяемый функциональной зоной города (Хрипякова, 2001). Исследования показывают, что интенсивное использование почв приводит к трансформации целого ряда показателей, и в первую очередь таких, как структурный состав, водопроницаемость, диапазон активной влаги. Установлено достоверное увеличение гидролитической кислотности, снижение содержания гумуса, азота и биологической продуктивности (Ахтырцев и др., 1993; Ахтырцев, Яблонских, 1993).

Глава 4. ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФАУНЫ ЗЕМНОВОДНЫХ И ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ ВНУТРИ ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЫ.

По времени своего возникновения городские популяции амфибий и рептилий можно разделить на две группы. К первой относятся популяции, располагавшиеся на территории города до его возникновения; ко второй — популяции амфибий и рептилий, появившиеся в уже урбанизированной среде (Клауснитцер, 1990). Получение точных доказательств сохранения в антропогенных биотопах популяций, присутствовавших еще до основания города, практически невозможно. Однако такие особенности земноводных и пресмыкающихся, как тесная связь первых с местами размножения, сугубо наземный образ жизни, не позволяющий им преодолевать многочисленные преграды антропогенного происхождения, а также низкие миграционные способности, дают основание предполагать, что большинство существующих на территории города популяций относятся к первой группе (Ушаков, 1981; Скалой, 1985; Семенов, Леонтьева, 1989).

Ко второй из указанных групп однозначно относятся популяции, связанные с искусственными водоемами рекреационно-декоративного или промышленного назначения.

Распределение земноводных и пресмыкающихся внутри городской черты имеет свои закономерности. В большинстве случаев они выражаются в снижении видового разнообразия животных от периферии населенного пункта к его центру, что было показано для ряда городов (Лебединский, 1981; Курансва, 1989). Проведенные нами исследования свидетельствуют, что условия г. Воронежа распределение видов имеет несколько иной характер, обусловленный наличием на территории города крупного водного объекта - Воронежского водохранилища.

К числу основных факторов, влияющих на распределения амфибий и рептилий внутри городской черты могут быть отнесены интенсивность застройки, степень и характер озеленения района, наличие нерестовых водоемов.

Нами выделены группы водоемов, используемых амфибиями для обитания и размножения:

1. Рекреационно-декоративные - пруды, фонтаны, созданные как места отдыха людей;

2. Водоемы промышленного типа, созданные для технических нужд. Сюда относятся стоки промышленных предприятий, водоемы Левобережных очистных сооружений, отстойники городских ТЭЦ. Последние в свою очередь делятся на:

а) отстойники 1-й ступени очистки, куда сбрасываются наиболее загрязненные отработанные технические воды и угольный шлам;

б) отстойники 2-й ступени очистки, куда поступают воды, уже частично очищенные в отстойниках 1-й ступени.

3. Естественные водоемы, временные и постоянные, образующиеся на территории города без целенаправленного вмешательства человека. В большинстве случаев это неглубокие и незначительные по площади акватории, возникающие в различных микропонижениях рельефа. Наиболее многочисленны в условиях первой надпойменной террасы реки Воронеж.

4. Воронежское водохранилище.

В настоящее время на территории антропогенных ландшафтов города Воронежа обитает 6 видов земноводных, относящихся к 2 отрядам и 5 семействам, и 2 вида пресмыкающихся, относящихся к одному отряду и 2 подотрядам и семействам. Ниже приводится список этих видов с указанием их систематической принадлежности (по Банникову и др., 1977).

КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ (AMPHIBIA)

отряд Хвостатые (Caudata)

семейство Саломандровые (Salamandridae)

вид обыкновенный тритон (*Triturus vulgaris* L., 1758)

отряд Бесхвостые (Anura)

семейство Круглоязычные (Discoglossidae)

вид краснобрюхая жерлянка (*Bombina bombina* L., 1761)

семейство Чесночницы (Pelobatidae)

вид обыкновенная чесночница (*Pelobates fuscus* Laur., 1768)

семейство Жабы (Bufonidae)

вид зеленая жаба (*Bufo viridis* Laur., 1768)

семейство Настоящие лягушки (Ranidae)

вид остромордая лягушка (*Rana arvalis* Nilss., 1842)

вид озерная лягушка (*Rana ridibunda* Pall., 1771)

КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ (REPTILIA)

отряд Чешуйчатые (Squamata)

п/отряд Ящерицы (Scoria)

семейство Настоящие ящерицы (Lacertidae)

вид прыткая ящерица (*Lacerta agilis* L., 1758)

п/отряд Змеи (Serpentes)

семейство Ужовые (Colubridae)

вид обыкновенный уж (*Natrix natrix* L., 1758)

Распределение земноводных и пресмыкающихся в городской черте Воронежа отличается неравномерностью. Воронежское водохранилище является наиболее значимым, из расположенных на территории города водоемов, как с точки зрения поддержания видового разнообразия, так и с точки зрения его влияния на формирование современной видовой структуры амфибий и рептилий внутри города.

С водохранилищем связано существование наиболее крупных городских популяций амфибий. Постоянно идущий процесс расселения

озерной лягушки из водохранилища в различные городские водоемы определяет длительность существования в них группировок этого вида.

С другой стороны, прибрежная часть его акватории и берега являются крупнейшим, проходящим через всю территорию города экологическим «коридором», обеспечивающим возможность проникновения в центральную часть города особей различных видов земноводных и пресмыкающихся с периферии.

Таким образом, прибрежные биоценозы Воронежского водохранилища являются местами ярко выраженной концентрации видов амфибий и рептилий в антропогенных ландшафтах Воронежа.

Глава 5. ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛОГИИ ЗЕМНОВОДНЫХ И ПРЭСМЫКАЮЩИХСЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Особенности микроклимата, складывающиеся в условиях антропогенных биотопов г. Воронежа и выражающиеся, прежде всего, в изменении теплового режима и формировании на территории города «островов тепла» (Хрипякова, 1999), приводят к существенным сдвигам в сроках наступления фенофаз в популяциях городских видов земноводных и пресмыкающихся.

Так, в условиях города продолжительность периода активности большинства- исследованных видов земноводных и пресмыкающихся увеличивается за счет более раннего выхода из спячки и более позднего ухода на зимовку. Разница в продолжительности этого периода у городских популяций популяций из естественных биотопов может составлять от 2-3 дней (у прыткой ящерицы) до 20-24 дней (у озерной лягушки).

Особенности фенологии животных в антропогенных биотопах проявляются и в изменении порядка появления отдельных видов после зимней спячки. В условиях Воронежского заповедника весной первыми выходят из спячки остромордая лягушка и обыкновенный тритон, а в г. Воронеже — озерная лягушка, что связано с зимовкой этого вида в водах городских ТЭЦ отличающихся иным температурным режимом. В местах сброса подогретых отработанных стоков (юго-западная окраина города) животные активны круглый год, а температура воды даже в сильные морозы остается на уровне $+16+18^{\circ}\text{C}$.

Более ранний выход после зимовки может оказывать отрицательное влияние на успешность размножения животных. Непродолжительное резкое потепление в марте 2004 г. привело к раннему выходу из спячки и началу размножения у остромордой лягушки на территории отстойно-очистных сооружений ТЭЦ-1. Последовавшие за этим заморозки уничтожили всю отложенную икру.

В других случаях увеличение активного периода может приводить к положительным для вида последствиям, позволяя делать несколько кладок за сезон (озерная лягушка), как это имеет место в условиях отстойно-

очистных сооружений ТЭЦ-2. Температурный режим отстойников ТЭЦ обеспечивает нормальную зимовку личинок озерной лягушки, появляющихся из поздно отложенной икры и проходящих метаморфоз в следующем году.

Глава 6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОРОДСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ ЗЕМНОВОДНЫХ И ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ

6.1. Численность и половозрастная структура. К числу основных факторов, определяющих численность амфибий и рептилий, относятся наличие пригодных для размножения мест, наличие достаточной кормовой базы, количество убежищ. От наличия или отсутствия последних зависит интенсивность воздействия на животных фактора беспокойства.

Численность обыкновенного тритона учитывалась нами в период размножения, когда взрослые особи, этого вида концентрируются в репродуктивных водоемах. В водоемах Центрального Парка Культуры и Отдыха (ЦПКиО) «Динамо» плотность тритонов в среднем равна 5,3 особи на Юм².

Учет тритонов в отстойниках 2-й ступени ТЭЦ-2 показал, что здесь их плотность в 2 раза ниже, чем в водоемах парка, и составляет в среднем двух особей на 10 м².

В силу низкой численности краснобрюхой жерлянки данные по половозрастной структуре отсутствуют. В разные годы наших наблюдений весной в водоемах ЦПКиО «Динамо» регистрировалось от 4 до 18 вокализирующих самцов данного вида. Отдельные особи в течение лета встречались во многих временных водоемах парка. Последняя встреча краснобрюхой жерлянки, здесь была зарегистрирована в 1996 г. В настоящее время данный вид на территории парка, по-видимому, исчез.

От 10 до 20 вокализирующих самцов краснобрюхой жерлянки мы ежегодно отмечали в небольших мелководных водоемах, расположенных на левом берегу водохранилища в пределах первой надпойменной террасы р. Воронеж.

Таблица 1
Численность амфибий и рептилий в антропогенных биотопах
Воронежа (на 1 км учетной полосы)

вид	отстойно-очистные сооружения ТЭЦ	берега водохранилища	Ботанический сад ВГУ
<i>P. fuscus</i> Laur.	7-10	-	2-3
<i>B. viridis</i> Laur.	17-20	2-3	-
<i>R. arvalis</i> Nilss.	ед.	-	ед.
<i>R. ridibunda</i> Pall.	800-1480	550	ед.
<i>L. agilis</i> L.	23-26	-	22-26
<i>N.atrix</i> L.	ед.	-	ед.

Средние данные по численности других видов амфибий и рептилий в антропогенных биотопах Воронежа представлены в табл.1.

За исследованный период численность зеленой жабы на территории отстойно-очистных сооружений сократилась с 53 до 17-20 особей (на 1 км учетной полосы). Приблизительно в 1,5 раза снизилась численность обыкновенной чесночницы. Сравнение данных за последние 10 лет выявило резкое уменьшение доли сеголеток в учетах этих видов, обусловленное сокращением количества расположенных на территории города репродуктивных водоемов (рис.1).

Нарушения, выражающиеся в снижении количества самцов и увеличении доли самок среди взрослых особей отмечено в популяциях озерной лягушки и прыткой ящерицы.

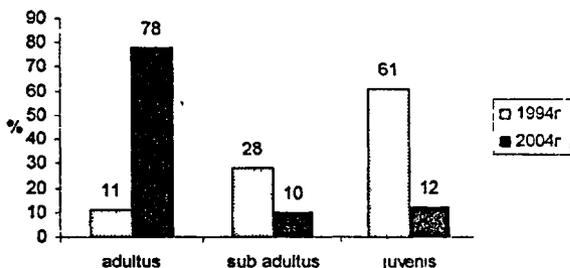


Рис. 1. Изменения возрастной структуры в популяции зеленой жабы на территории отстойно-очистных сооружений ТЭЦ-1.

6.2. *Особенности питания.* Изучен рацион четырех, модельных видов земноводных и пресмыкающихся: обыкновенной чесночницы (*Pelobates fuscus*), зеленой жабы (*Bufo viridis*), озерной лягушки (*Rana ridibunda*) и прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*).

Как показали исследования, спектр питания земноводных и пресмыкающихся достаточно широк и включает представителей 2 типов, 5 классов, 17 отрядов и около 65 семейств. Однако основу питания модельных видов животных составляет лишь относительно небольшое количество групп беспозвоночных.

Сезонный спектр земноводных и пресмыкающихся формируется из разных пищевых объектов. В большинстве случаев, к временным кормам относятся насекомые-фитофаги, активность которых связана с состоянием травянистой растительности (*Apionidae*, *Elaterridae*, *Chrysomelidae*, *Curculionidae*, *Heteroptera*, *Homoptera*, *Orthoptera*,). Во второй половине лета доля фитофагов в питании животных снижается, зато увеличивается поедаемость тех групп беспозвоночных, численность и активность

которых характеризуется большей стабильностью (*Aranei*, , *Hymenoptera* (особенно *Formicidae*), *Coccinellidae*, *Carabidae*).

Как показывают исследования, одними из наиболее поедаемых беспозвоночных у всех четырех изученных нами видов земноводных и пресмыкающихся являются муравьи. В определенной степени это может быть связано с тем, что в условиях супесчаных слабозадерненных почв первой надпойменной террасы реки Воронеж представители этого семейства повсеместно достигают высокой численности.

В условиях городских ландшафтов недостаток территорий, пригодных для существования популяций амфибий и рептилий, приводит к увеличению их синтопизма, что может инициировать обострение конкурентных взаимоотношений. Вместе с тем этого не происходит.

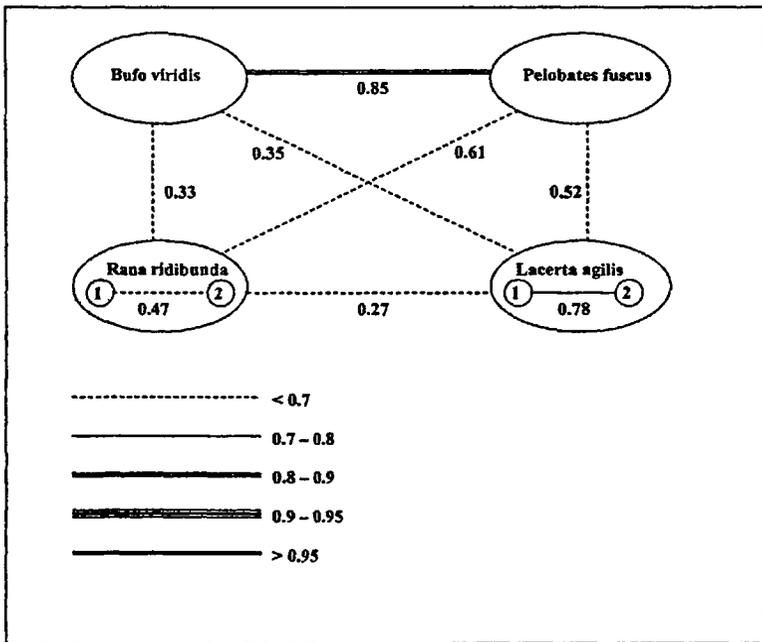


Рис. 2. Степень общности рационов четырех видов земноводных и пресмыкающихся в условиях антропогенного ландшафта.

Нами была рассчитана степень сходства рационов изученных видов земноводных и пресмыкающихся, как показателя, характеризующего интенсивность межвидовой конкуренции за пищевые ресурсы.

Для этой цели использовался индекс Чекановского-Сьеренсена (ICS):

$$J_{csf} = 2 \frac{P_{ij} P_{ik}}{P_{ij}^2 + P_{ik}^2}, \text{ где}$$

P_{ij}, P_{ik} — состав пищевого рациона (%) отдельных видов.

На рис. 2 представлена схема трофической структуры комплекса видов земноводных и пресмыкающихся.

Выявлено, что в абсолютном большинстве случаев для видового комплекса земноводных и пресмыкающихся г. Воронежа характерен относительно низкий (<0.7) коэффициент сходства пищевых рационов. Это может быть связано с различиями в размерах отдельных видов животных-хищников, спецификой строения их ротового аппарата (Пианка, 1981), способах добывания пищи, времени охотничьей активности и использовании для этого различных микростаций.

Низкие значения коэффициента J_{csf} свидетельствуют о идущих процессах дифференциации занимаемого популяциями пространства, направленных на снижение конкуренции между видами. Исключение составляют близкие по своей стратегии добывания корма виды - обыкновенная чесночница и зеленая жаба. Коэффициент сходства их пищевых рационов оказался равным 0.85% (рис.2).

63. Особенности размножения. Биология размножения амфибий в городских биотопах г. Воронежа имеет ряд особенностей.

Так,, во многих изученных популяциях земноводных и пресмыкающихся эффективная численность животных равна всего нескольким десяткам особей, что может обуславливать возрастание эффекта инбридинговой депрессии (Simberloff, 1983).

Усиление антропогенного пресса на малочисленные изолированные группировки, сопровождающееся процессами инсультации, способно привести к быстрому их вымиранию. Так, сокращение количества мелких водоемов в ЦПКиО «Динамо» привели к распаду прежде единой популяции краснобрюхой жерлянки на ряд разобщенных изолятов и последующему их исчезновению.

Отрицательное влияние на успешность размножения амфибий, оказывает недостаток на территории города нерестовых водоемов.

Как правило, в условиях г. Воронежа амфибии используют в качестве мест размножения естественные (согласно нашей классификации) мелкие и временные водоемы, в которых снижение уровня воды приводит к повышению плотности личинок на ранних стадиях развития и к явлению «сверхкомпенсации» (Бигон и др., 1989), которое проявляется в резком снижении выживаемости личинок.

Неблагоприятные факторы антропогенного происхождения вызывают ответные компенсаторные реакции адаптивного характера у амфибий, например, увеличение плодовитости отдельных видов земноводных.

Плодовитость самок остромордой лягушки в популяции Ботанического сада ВГУ более, чем в два раза превышало количество икры, выметываемой самками из пригородной популяции, а в условиях отстойно-очистных сооружений ТЭЦ-1 тот же показатель оказался ниже, чем в пригородных популяциях (табл.2). Различия между выборками, из окрестностей кордона «Веневиново» и территории Ботанического сада ВГУ достоверны ($P < 0.001$); между выборками из окрестностей «Веневиново» и с полей фильтрации ТЭЦ-1 статистически достоверные различия по количеству выметываемой икры отсутствуют.

Таблица 2

Показатели плодовитости обыкновенной чесночницы и остромордой лягушки из городских и пригородных популяций

виды	естественные биотопы	г. Воронеж, бот. сад ВГУ	г. Воронеж, отстойно-очистные сооружения ТЭЦ-1
<i>P. fuscus</i>	4497 (3900 – 5094)	-	960 (452 – 2163)
<i>R. arvalis</i>	792 (403 – 1789)	1883 (1104 – 2671)	667 (279 – 1912)

Мы считаем, что увеличение плодовитости самок из городских популяций в ответ на влияние негативных антропогенных факторов имеет адаптивный характер, что подтверждается рядом исследователей (Северцова и др., 2002; Трубецкая, 1994). Однако, такая реакция оказывается возможной лишь до определенной степени воздействия этих факторов на популяцию, определяемой экологической резистентностью данного вида. При дальнейшем прогрессирующем влиянии негативных факторов, увеличение репродуктивных показателей сменяется спадом. Согласно нашим данным, в естественных биотопах кладки остромордой лягушки в среднем содержат 792 икринки, на территории Ботанического сада ВГУ, подвергающегося сильной рекреационной нагрузке - 1883 икринки, а в биотопах ТЭЦ-1, характеризующихся высокой степенью промышленного загрязнения наблюдается уменьшение размера кладок — 667 икринок (табл. 2). Подобное снижение плодовитости остромордой лягушки в зонах многоэтажной застройки отмечалось В.Л. Вершининым (1995).

Другим адаптационным механизмом, снижающим негативные воздействия на популяции антропогенного стресса, является увеличение размерных показателей сеголеток, способствующее увеличению количества выживших ювенильных особей. Увеличение размеров тела сеголеток амфибий на территории техногенных биотопов отмечалось В.Л. Вершининым (1995), Е.А. Бугаевой (1983), Н.П. Гоголевой (1985), Н.Л. Ивановой (1982), А.Н. Мисурой (1989), В.А. Ушаковым и др. (1982). По нашим данным, средняя длина тела ювенильных особей остромордой лягушки из Ботанического сада ВГУ равна 10.2 ± 0.09 мм, тогда как длина

тела сеголеток с территории ТЭЦ-1 оказалась равной 21.6 ± 0.6 мм (различия достоверны при $P < 0.001$).

Резкое снижение численности населения личинок амфибий на ранних стадиях развития носит плотностно-зависимый характер. Оно компенсируется снижением смертности на поздних стадиях личиночного развития и в постметаморфозный период, что продемонстрировано на примере обыкновенной чесночницы (рис.3).

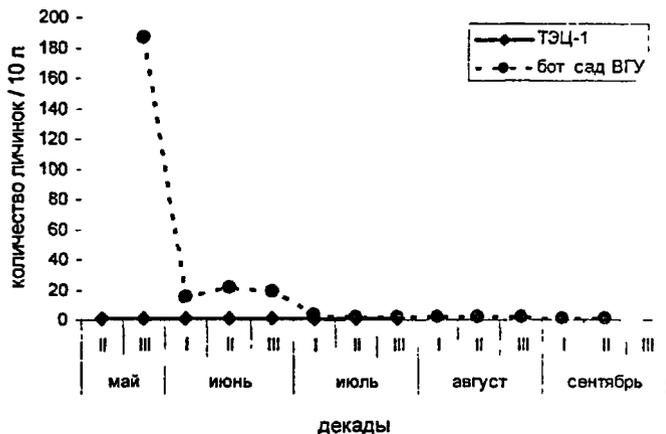


Рис. 3. Динамика численности личинок обыкновенной чесночницы в различных водоемах г. Воронежа.

6.4. *Враги амфибий и рептилий.* Популяции земноводных и пресмыкающихся являются важными звеньями многих трофических цепей, формирующихся в городских биоценозах. В условиях антропогенного ландшафта видовой состав потенциальных врагов данной группы животных претерпевает ряд изменений по сравнению с естественными биотопами. При этом численность одних видов врагов снижается на фоне резкого возрастания численности других, являющихся типичными представителями синантропной фауны.

Исследования показали, что наиболее распространенными хищниками в городских водоемах являются личинки стрекоз (коромысла, лютки, дедки), водные формы клопов (водяные скорпионы, гладыши), а также имаго и личинки жуков-плавунцов.

Известно, что представители герпетофауны присутствуют в питании многих видов птиц, встречающихся на территории города. У абсолютного их большинства земноводные и пресмыкающиеся занимают очень незначительную долю в общем пищевом спектре. Так, в питании обитающей на территории г. Воронежа обыкновенной пустельги

пресмыкающиеся составляют не более 6% от общего объема добычи, а в питании чеглока - всего 5% (Воробьев, 19956). М.Ф. Тертышников и др.(1976), С.Л. Кузьмин (1999) отмечают, что земноводные и пресмыкающиеся входят в рацион таких дневных хищников, как обыкновенный канюк, черный коршун, ястреба тетеревятник и перепелятник. Но исследования, проведенные на территории г. Воронежа, показали, что у особей, охотящихся в экосистемах рудеральных зон, земноводные и пресмыкающиеся в питании отсутствуют (Воробьев, 19956). Подобные факты говорят о том, что представители герпетофауны в питании данных видов птиц не являются основными видами корма.

У постоянно населяющих город и охотящихся на его территории видов хищных птиц под воздействием постоянно пополняемых человеком антропогенных кормов меняются кормовые стереотипы (Воробьев, 1995а). По наблюдениям автора, у коршунов, кормящихся на окраине Воронежа, 90% от общей биомассы добываемых кормов приходится на их антропогенные виды, и лишь 10% - на добычу ослабленных или больных грызунов, ящериц или птиц. Подобное пищевое поведение птиц может дополнительно снижать пресс хищничества на городские популяции земноводных и пресмыкающихся.

Из всех, встречающихся на территории г. Воронежа видов птиц, только в питании представителей отр. *Ciconiiformes* земноводные составляют более или менее значительную долю. По данным С.Л. Кузьмина (1999), в различных регионах обыкновенная чесночница в рационе серой цапли может составлять 24-30% от общего объема съеденного корма. Согласно наблюдениям этого же автора, озера лягушка является одним из основных видов корма серой цапли и выпи.

Хищничество отдельных видов птиц имеет сезонный характер. Как отмечает С.Л. Кузьмин (1999), для ряда птиц лягушки наиболее доступны весной, в период размножения. В репродуктивный период многие сумеречные виды земноводных бывают активны в светлое время суток, а их скопления на местах икрометания могут привлекать птиц, в рационе которых представители герпетофауны обычно отсутствуют. На территории Ботанического сада ВГУ, нами отмечались случаи расклеивания взрослых особей остромордой лягушки, концентрирующихся в местах размножения, дроздами-рябинниками. Обычно на берегу водоема мы насчитывали 15-20 погибших особей остромордой лягушки с характерными внешними повреждениями.

Отмеченные нами в городской черте европейский еж и американская норка могут включать в свой рацион амфибий и рептилий на что обращает внимание С.Л. Кузьмин (19990). Но принимая во внимание их невысокую в городской черте численность, следует считать, что пресс со стороны этих видов не оказывает существенного влияния на численность городских популяций амфибий.

В условиях города популяции земноводных и пресмыкающихся могут испытывать пресс хищничества со стороны синантропных видов

животных. К таким видам относятся представители семейства врановых (серая ворона, грач), а также бродячие кошки и собаки. Незначительная доля земноводных и пресмыкающихся в рационе этих видов может компенсироваться их высокой, в условиях города, численностью.

Глава 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМНОВОДНЫХ И ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ В МОНИТОРИНГЕ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Прогрессирующие темпы урбанизации определяют необходимость контроля за качеством среды в промышленно развитых регионах. Используемые при этом методики должны отвечать таким требованиям, как универсальность (способность учитывать весь комплекс воздействующих на организм стрессовых факторов, независимо от их природы), чувствительность (возможность выявления в состоянии организма на ранних стадиях, когда эти нарушения еще не вызывают изменений в популяционных показателях и не сказываются на жизнеспособности особей), пригодность для широкого использования (доступность).

Перечисленным выше требованиям отвечает метод биотеста, предполагающий использование флуктуирующей асимметрии, как одного из показателей стабильности развития организмов (Захаров и др., 2000). Большое количество публикаций подтверждает эффективность данного подхода для оценки реального состояния природной среды различных регионов (Чубинишвили, 1998а; Чубинишвили, 1998б).

Для изучения стабильности развития особей озерной лягушки, нами были взяты выборки из городских популяций Воронежа. Материал собирался в следующих точках:

- территория отстойно-очистных сооружений ТЭЦ-1;
- территория отстойно-очистных сооружений ТЭЦ-2;
- берег Воронежского водохранилища в районе Чернавского моста;
- низовья Воронежского водохранилища;

В качестве контроля обработана выборка озерной лягушки из окрестностей учебно-научного центра ВГУ «Веневитиново», расположенной в 20 км севернее города, на территории Усманского бора. Полученные результаты приведены в табл. 3.

Согласно полученным результатам, степень отклонения состояния организма модельного вида от условной нормы на территории Воронежа соответствует IV баллу пятибалльной шкалы, что свидетельствует о значительном воздействии негативных факторов на антропогенные биотопы города.

Выравнивание результатов, полученных нами в разных районах города, может быть следствием беспрепятственного перемещения животных внутри обследуемой территории.

В ходе обработки материала было замечено, что в большом количестве случаев сложность рисунка покровов у данного вида земноводных исключает возможность однозначной его интерпретации.

В качестве одного из альтернативных видов земноводных нами предложена зеленая жаба, как вид, характеризующийся высокой степенью выраженности рисунка (Бутов, 1998).

Таблица 3

Значения интегрального показателя стабильности развития озерной лягушки из различных районов г. Воронежа

Район сбора материала	Значение интегрального показателя	Отклонение состояния организма от условной нормы, балл
территория ТЭЦ-1	0,57±0,026	IV
территория ТЭЦ-2	0,58±0,028	IV
берег водохранилища у Чернавского м.	0,57±0,029	IV
низовья водохранилища	0,58±0,038	IV
р-н УНЦ «Веневитиново» (контроль)	0,44±0,03	I

Особи этого вида, были собраны на территории ТЭЦ-1 и в районе промышленных стоков АО «Синтезкаучук». Для контроля использовались животные, собранные на территории Воронежского биосферного заповедника. Среднее значение и стандартная ошибка интегрального показателя стабильности развития составила соответственно $0,56 \pm 0,075$ и $0,59 \pm 0,028$ для двух городских серий, и $0,31 \pm 0,065$ - для контроля. Различия достоверны при уровне значимости $P < 0,001$.

Таким образом, степень проявления асимметрии в выборках, взятых на территории города, почти в два раза превышает такую в контрольной выборке. Это свидетельствует о пригодности данной группы признаков у зеленой жабы для использования их в биомониторинге окружающей среды.

Выводы

1. На территории антропогенных ландшафтов города Воронежа обитает 6 видов земноводных, относящихся к 2 отрядам и 5 семействам, и 2 вида пресмыкающихся, относящихся к одному отряду и 2 подотрядам и семействам.

2. Особенности фенологии ЖИЕОТНЫХ В антропогенных биотопах проявляются в изменении порядка появления отдельных видов после зимовки, а также в увеличении продолжительности периода активности за счет более раннего выхода из спячки и более позднего ухода на зимовку, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия для популяции.

3. У большинства обитающих на территории города видов отмечается снижение относительной численности и наличие тенденции к увеличению в популяциях доли особей старших возрастных групп на фоне резкого уменьшения численности молодых животных.

4. К особенностям питания земноводных и пресмыкающихся в городских биотопах относятся значительное перекрывание их трофических спектров вследствие усиливающегося, в условиях антропогенных ландшафтов, синтопизма. Вместе с тем установлено, что такие особенности пространственного размещения животных не приводят к обострению межвидовой конкуренции за пищевые ресурсы.

5. Влияние факторов антропогенного характера на репродуктивные характеристики популяций проявляются в снижении или увеличении плодовитости животных, изменении размерных показателей сеголеток земноводных. Выявленные изменения носят адаптивный характер и направлены на сохранение репродуктивного потенциала популяции.

6. В условиях антропогенного ландшафта видовой состав потенциальных врагов земноводных и пресмыкающихся претерпевает ряд изменений, по сравнению с естественными биотопами. При этом численность одних видов снижается на фоне резкого возрастания численности других, являющихся типичными представителями синантропной фауны.

7. Обитающие на территории города виды земноводных чутко реагируют на изменения качества окружающей среды и могут быть использованы в биоиндикационных исследованиях.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

Бутов, Г.С. Использование морфологических признаков зеленой жабы (*Bufo viridis*) для оценки степени загрязнения окружающей среды / Г.С. Бутов // Тезисы докладов студенческой научной конференции по итогам работы за 1997 год. - Воронеж, 1998. - С. 26-27.

Бутов, Г.С. К изучению фауны земноводных и пресмыкающихся в условиях г. Воронежа / Г.С. Бутов // Труды молодых ученых ВГУ. - Воронеж, 2002. - Вып. 1. - С. 95-99.

Бутов, Г.С. Распространение комплекса *Rana esculenta* (Amphibia, Ranidae) в условиях юго-западной части Усманского бора / Г.С. Бутов, Л.Н. Хицова // Экология ЦЧО РФ, 2002. - №2 - С. 127-130.

Бутов, Г.С. К изучению численности некоторых видов земноводных и пресмыкающихся в различных биотопах юго-западной части Усманского бора / Г.С. Бутов // Состояние и проблемы экосистем среднерусской лесостепи: Тр. биологич. учеб.-науч. центра «Веневитиново» Воронеж, гос. ун-та. - Воронеж, 2003. - Вып. 16. - С. 14-17.

Бутов, Г.С. К изучению фауны земноводных и пресмыкающихся в условиях г. Воронежа / Г.С. Бутов, Л.Н. Хицова // Биология - наука XXI века: Тез. Докл. 7-ой Пушкинской шк.-конф. молодых ученых, 14-18 апреля 2003 г. -Пушино, 2003. - С. 159.

Бутов, Г.С. Особенности питания земноводных и пресмыкающихся в антропогенных биотопах г. Воронежа / Г.С. Бутов, Л.Н. Хицова // Вестник ВГУ. Сер. Биология. Химия. Фармация. - Воронеж, 2003. - С. 108-115.

№ 16940