

На правах рукописи

ИБРАГИМОВА Динара Владимировна

АМФИБИИ В ЭКОСИСТЕМАХ ГОРОДА СУРГУТА

03.02.08 – Экология

**Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук**

Новосибирск – 2013

Работа выполнена в НИИ природопользования и экологии Севера при ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Стариков Владимир Павлович

Официальные оппоненты: **Равкин Юрий Соломонович**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Институт систематики и экологии животных СО РАН, заведующий лабораторией зоологического мониторинга

Ляпков Сергей Марленович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, старший научный сотрудник кафедры биологической эволюции

Ведущая организация: ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Защита состоится «_____» _____ 2013 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 220.048.03, созданном на базе ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет» по адресу: 630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, д. 160.
Тел./ факс: (383) 264 29 34; e-mail: *norge@ngs.ru*

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет».

Автореферат разослан «_____» _____ 2013 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета



Маренков В.Г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Крупный город в историческом плане представляет собой неустойчивую конечную стадию развития населённого пункта. Его нельзя рассматривать как единую экосистему (Клауснитцер, 1990). Для поддержания баланса биосферы целесообразным является сохранение видового разнообразия и поддержание численности популяций (Мильков, 1988; Вершинин, 2002).

Со второй половины XX в. проблеме антропогенной трансформации биосферы уделяется особое внимание. Исследованию влияния урбанизации, сельского хозяйства и промышленности на популяции амфибий посвящён целый ряд работ во многих странах (Johnson et al., 2001; Foster et al., 2004; Luniak, 2004; Mollov, 2005; Scher, Thiéry, 2005; Ficetola et al., 2008; Gryz, Krauze, 2008; Mazsgajska, 2009; Laurila et al., 2002; Johansson, 2004; Purkayastha et al., 2011; Hamer, McDonnell, 2008).

Основная масса работ по изучаемой проблеме в Российской Федерации проведена в её европейской части: (Гусева, 1998; Замалетдинов, 2003; Бутов, 2004; Пескова, 2004; Логинов, 2005; Макеева, 2007; Спирина, 2007; Максимов, 2010; Хайрутдинов, 2010; Неустроева, 2012; Буракова, 2012; Зарипова, 2012). На севере Западной Сибири таких исследований ранее не проводилось.

Цель исследования. Выявить состояние популяций амфибий (Vertebrata, Amphibia) на территории города Сургута.

Задачи исследования:

- 1) уточнить видовой состав, биотопическое и зональное распределение амфибий в г. Сургуте;
- 2) оценить обилие популяции остромордой лягушки;
- 3) изучить репродуктивные и морфологические особенности остромордой лягушки;
- 4) исследовать половую и возрастную структуру популяции остромордой лягушки;
- 5) выявить особенности заражения гельминтами остромордой лягушки;
- 6) дать рекомендации по охране амфибий в городских условиях.

Научная новизна. Впервые в условиях севера Западной Сибири исследовано состояние популяций амфибий в урбанизированной среде. Выявлены экологические характеристики фонового вида (остромордой лягушки) в городских местообитаниях.

Теоретическое и практическое значение. Результаты настоящего исследования вносят вклад в развитие популяционной экологии и расширяют знания об адаптациях амфибий к урбанизированным территориям.

По результатам диссертационного исследования составлен очерк для второго издания Красной книги ХМАО (по сибирской лягушке). Данные по распространению и экологии амфибий города Сургута нашли применение при составлении кадастровой сводки «Наземные позвоночные животные Югры». Основные результаты диссертационного исследования используются комитетом по природопользованию и экологии администрации г. Сургута как исходные сведения для мониторинговых наблюдений в городе, а также с целью экопросвещения населения. Материалы диссертации нашли отражение в учебном процессе при чтении курса лекций и проведении лабораторных практикумов по учебным дисциплинам «Зоология позвоночных», «Животный мир округа», «Региональные проблемы экологии животных», «Большой практикум по зоологии и физиологии», «Экологическая физиология», «Общая экология» и других для студентов биологического факультета Сургутского государственного университета и факультета естественных наук Курганского государственного университета.

Исследования проведены в рамках заявленной темы научной работы биологического факультета Сургутского государственного университета «Изучение природных и урбанизированных экосистем Западной Сибири» (№ регистрации 0120.0504249).

Основные положения, выносимые на защиту

1. Специфика батрахофауны северных городов Западной Сибири обусловлена её низким видовым разнообразием и неустойчивостью большинства видов к антропогенному воздействию. Это ведёт к абсолютному доминированию экологически пластичного вида – остромордой лягушки.
2. Неоднородность городской среды отражается на популяционных характеристиках амфибий: снижении обилия, изменении репродуктивных и морфологических характеристик, особенностях половой и возрастной структуры (соотношение полов, продолжительность жизни и возраст первого размножения).

Апробация. Основные результаты диссертационного исследования доложены и обсуждены: на научно-практической конференции, посвященной 10-летию кафедры экологии СурГУ (Сургут, 2009); на Четвёртом съезде Герпетологического общества им. А.М. Никольского (Казань, 2009); на III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Нижний Тагил, 2010); на Всероссийской научной конференции, посвящённой 15-летию биологического факультета СурГУ (Сургут, 2011); на XII конференции молодых учёных Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Наука и инновации XXI века» (Сургут, 2011); на IV Международной научно-практической конференции «Экологический мониторинг и биоразнообразие» (Ишим, 2012); на I Всероссийской конференции молодых учёных «Наука и инновации XXI века» (Сургут, 2012).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 работ, из них 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Личный вклад автора. Автор лично проводил сбор биоматериала, его камеральную и статистическую обработку, подготовку публикаций.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из 6 глав, выводов, списка литературы и приложений, изложена на 153 страницах. Работу иллюстрируют 15 рисунков и 34 таблицы. Библиографический список включает 280 источников, в том числе 52 на иностранных языках и 2 электронных ресурса.

Благодарности. Автор выражает признательность научному руководителю д.б.н., профессору В.П. Старикову. Отдельная благодарность д.б.н., профессору В.Л. Вершинину, к.б.н., с.н.с. И.В. Чихляеву, к.б.н. с.н.с. Э.М. Смириной, д.б.н., профессору Л.Ф. Шепелевой, к.б.н. А.В. Матковскому, к.б.н. А.А. Емцеву, А.В. Морозкиной, Ю.Н. Матковской. Особая благодарность Н.В. Наконечному и родителям за поддержку.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ АМФИБИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В главе анализируются работы по исследованию влияния урбанизации на популяции амфибий. Описывается реакция видов на антропогенное воздействие.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Город Сургут – один из крупнейших городов Среднего Приобья Тюменской области, входит в состав Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (61°24' с.ш. и 73°22' в.д), находится в лесной зоне (средняя тайга). Площадь 212,92 км². В главе приводится физико-географическая характеристика города (климат, гидрорежим, рельеф, почвы, растительный и животный мир, состояние окружающей среды) (Физико-географическое районирование..., 1973; Обзор состояния окружающей среды..., 2011), описаны местообитания и нерестовые водоёмы амфибий в г. Сургуте.

Территория города была разделена на зоны в соответствии с классификацией и рекомендациями В.Л. Вершинина (1983). Выделены следующие зоны: I – многоэтажная; II – промышленная; III – пойма р. Оби; IV – зелёная зона. Контрольные биотопы (далее для краткости – К) располагались в 28 км севернее г. Сургута в окрестностях пос. Фёдоровский.

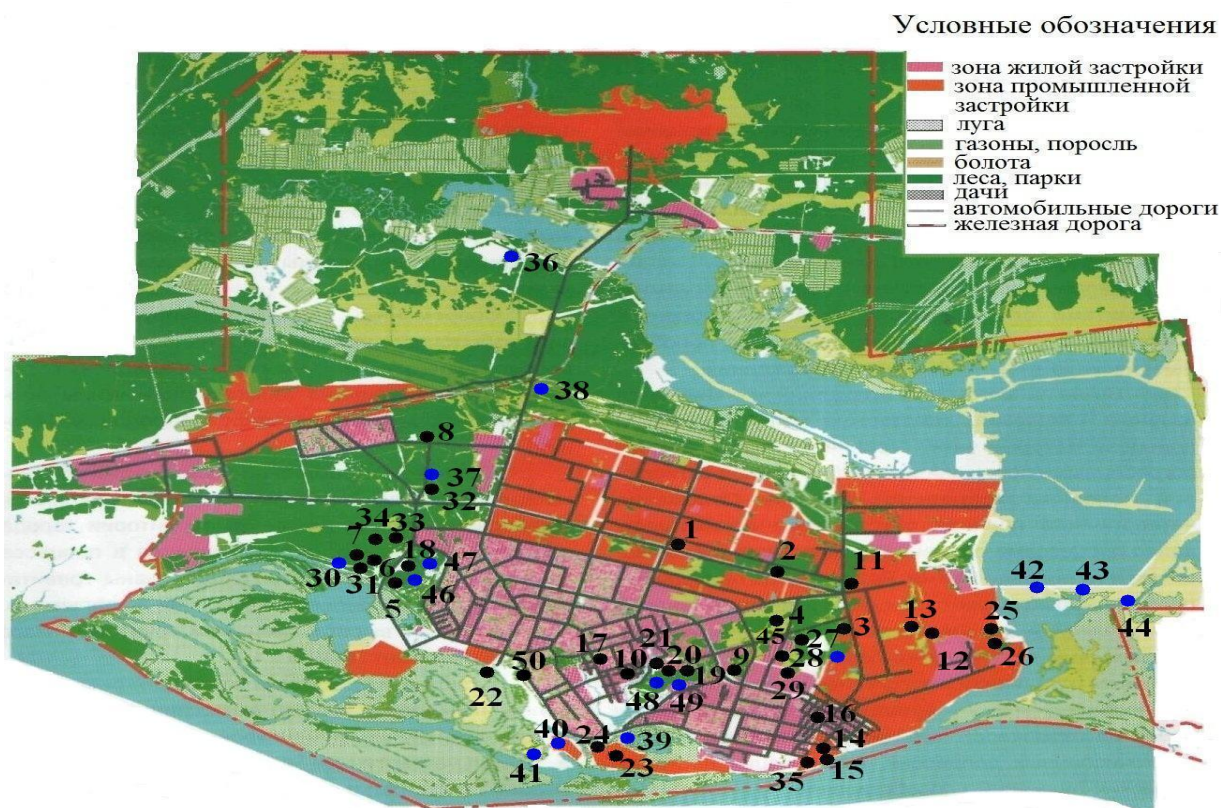


Рисунок 1 – Карта-схема города Сургута с указанием обследованных биотопов

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

За три года исследований учтено 15 особей обыкновенной жабы – *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), 3 особи сибирской лягушки – *Rana amurensis* Boulenger, 1886 и 910 особей остромордой лягушки – *Rana arvalis* Nilsson, 1842. Изъято и определено 1360 экземпляров гельминтов остромордой лягушки и 57 – обыкновенной жабы.

Сбор биоматериала проводили с мая по сентябрь 2009 и 2010 гг. и с мая по август 2011 г. Фенологические наблюдения вели с момента просыпания амфибий после зимней спячки и до ухода на зимовку. Отлов животных осуществляли с помощью цилиндров (Лада, Соколов, 1999). За 3 года отработано 66588 цилиндро-суток.

В нерестовых водоёмах подсчитывали количество кладок, их удаленность друг от друга. Плодовитость определяли путём прямого подсчёта икры в кладке. Отмечали сроки икрометания, эмбрионального и личиночного развития (Лада, Соколов, 1999). Аномалии животных и кладок описывали по В.Л. Вершинину (1990, 1995). Все морфологические промеры, стандартные для бесхвостых амфибий, проводили с помощью электронного штангенциркуля с точностью 0,01 мм. Элементы окраски спинной и брюшной стороны тела лягушек описывали по В.Г. Ищенко (1978). Состояние гонад животных оценивали по 6-балльной шкале их зрелости (Лада, Соколов, 1999). Видовую принадлежность гельминтов устанавливали по К.М. Рыжикову с соавторами (1980). Определение возраста амфибий осуществляли методом скелетохронологии, по срезам костей голени на санном микротоме с использованием замораживающего столика (Смирин, 1989). Срезы окрашивали гематоксилином Эрлиха.

Относительное обилие амфибий подсчитывали в пересчёте на 100 цилиндро-суток (Лукьянова, Лукьянов, 1992). Для корректного сравнения результатов количественных учётов амфибий вводили, экспериментально полученный, поправочный коэффициент 3. Обилие оценивали по шкале, предложенной А.П. Кузякиным (1962), Ю.С. Равкиным и И.В. Лукьяновой (1976). Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ STATISTICA 6.0. StatSoft с использованием различных статистических методов (Животовский, 1982; Захаров, 1987; Гланц, 1998; Коросов, 2007). Результаты статистической обработки считали достоверными при $p < 0,05$.

ГЛАВА 4. ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЗОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АМФИБИЙ В ГОРОДЕ СУРГУТЕ

На территории города Сургута зарегистрированы обыкновенная жаба, сибирская и остромордая лягушки (Ибрагимова, Стариков, 2010).

Обыкновенная жаба в городе редка. Встречалась единично в IV зоне (вторая надпойменная терраса р. Оби). В средней тайге Западной Сибири жаба по численности занимает первое место среди амфибий, за исключением пойменных местообитаний. Предпочтение отдаёт темнохвойной тайге коренного берега, хвойным и смешанным лесам, рямам и болотам надпойменных террас (Равкин, 1976; Вартапетов, Фомин, 1981; Стариков, Ибрагимова, 2008; и др.). Однако этот вид амфибий проявляет слабую способность к синантропизации по всему ареалу (Леонтьева, 1995; Вершинин, 2007; и др.). Критически низкая численность обыкновенной жабы в зоне IV города связана с хозяйственным освоением характерных для неё биотопов и преграждением путей миграции к нерестовым водоёмам автомагистралями.

Сибирская лягушка обнаружена в городе только в одном биотопе – разнотравно-злаковом лугу поймы р. Оби. В средней тайге сибирская лягушка исключительно пойменный вид (Равкин и др., 1995, 2002; Биоразнообразие..., 2011; и др.). Это связано с тем, что она зимует в водоёмах (Басарукин, 1984; Щепина, 2009; и др.). Низкие температуры воздуха в зимние месяцы и мерзлотный процесс, доходящий до правого берега р. Оби способствуют промерзанию мелких водоёмов, что не даёт возможности этому виду проникать вглубь городской территории. Отсутствие её в других пойменных биотопах города связано с деградацией пойменных лугов.

Остромордая лягушка – фоновый вид. Встречалась во всех зонах, хотя обилие её не во всех биотопах было высокое. Менее всего остромордая лягушка заселяла зоны I и IV, в среднем редка (табл.1). В зонах II и III обилие сходно, здесь она обычна.

Таблица 1 – Обилие *Rana arvalis* (особей на 100 цилиндро-суток) в 2009–2011 гг. в городе Сургуте

Зона	Год	Июль	Август	Всего
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Многоэтажная	2009	3,32	0,83	4,15
	2010	0,60	1,21	1,81
	2011	0,00	0,00	0,00
<i>В среднем по зоне</i>		<i>1,31</i>	<i>0,68</i>	<i>1,99</i>
Промышленная	2009	5,73	2,18	7,90
	2010	1,37	4,47	5,84
	2011	3,11	3,14	6,24
<i>В среднем по зоне</i>		<i>3,40</i>	<i>3,26</i>	<i>6,66</i>

Окончание таблицы 1.

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Пойменная	2009	4,39	4,09	8,47
	2010	6,81	4,66	11,47
	2011	2,53	0,87	3,40
<i>В среднем по зоне</i>		<i>4,57</i>	<i>3,21</i>	<i>7,78</i>
Зелёная	2009	1,94	0,65	2,58
	2010	0,31	0,54	0,85
	2011	0,00	0,00	0,00
<i>В среднем по зоне</i>		<i>0,75</i>	<i>0,39</i>	<i>1,14</i>

Наибольшие показатели обилия остромордой лягушки отмечены в июле в смешанных кустарничковых лесах (16,9 особей на 100 ц/с), пойменных ивняках (13,2), пойменных лугах (11,3) и экотоне переходного болота с лесом (11). Менее всего эта лягушка предпочитает мелколиственные кустарничковые леса (5,1). Биотопическое распределение остромордой лягушки в г. Сургуте сходно с таковым в естественных местообитаниях средней тайги (Равкин, 1973; Вартапетов, Равкин, 1977; Вартапетов, 1980; Равкин, 1995).

ГЛАВА 5. ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ОСТРОМОРДОЙ ЛЯГУШКИ ГОРОДА СУРГУТА

5.1. Обилие

За три года исследований в г. Сургуте отмечено снижение обилия остромордой лягушки в 2010 г., по сравнению с 2009 г. от 2,5 до 9. На контрольном участке обилие снизилось в 6 раз. На фоне продолжающегося снижения обилия в 2011 г., в некоторых биотопах наблюдалось увеличение этого показателя: от 2 до 17 раз. За 3 года учётов наибольшие показатели обилия остромордой лягушки регистрировались в зонах II и III. В зонах I и IV обилие было низким. В целом в городе Сургуте обилие остромордой лягушки в увлажнённых биотопах имело тенденцию к снижению (что характерно для крупных городов), и на порядок ниже, чем на ненарушенных территориях средней тайги. Основными факторами, влияющими на распространение и обилие амфибий в г. Сургуте, является количество водоёмов, пригодных для размножения, и вытаптывание.

5.2. Репродуктивные особенности

Выход остромордой лягушки с зимовок в г. Сургуте приходился на первую (в 2011 г.) и вторую (2009 и 2010 гг.) декады мая. Сначала пробуждались животные непосредственно участвующие в размножении. Из-за некоторой изолированности и небольших площадей городских биотопов лягушки зимовали близ нерестовых водоёмов (в норах грызунов). Для размножения остромордая лягушка выбирала как естественные, так и искусственные, неглубокие (до 1 м), хорошо прогреваемые с прозрачной водой и растительностью на дне и по берегам водоёмы. Икрометание начиналось спустя 3–4 дня после выхода с зимовки и затягивалось от двух (2009 и 2010 гг.) до трёх недель (в 2011 г.). Лягушки откладывали икру в водоёмы с рН = 5,2–8,4 и температурой воды 11–13 °С. В г. Сургуте причиной длительного периода размножения амфибий является гидрорежим р. Оби и Сургутского водохранилища (размножение, в некоторые годы, может идти в два этапа, до и после ледохода на р. Оби).

Продолжительность эмбрионального развития составила в среднем 8 дней (lim 6–11). Продолжительность развития личинок до завершения метаморфоза составляла 44–54 дня (в хорошо прогреваемых водоёмах). В зоне I размножающихся животных было крайне мало из-за отсутствия достаточного количества нерестовых водоёмов. Плодовитость сильно варьировала: в зоне I: средняя 949,3 яиц (от 515 до 1320); в зоне II: средняя 966,2 (от 248 до 1758); зоне III: средняя 523,0 (от 115 до 1360). Средняя плодовитость значимо выше в зонах I и II по сравнению с III ($t_{St(df=45)}=12,93$ и $t_{St(df=50)}=20,59$ соответственно); между зонами I и II значимых различий не выявлено ($t_{St(df=15)}=0,13$). Увеличение плодовитости с усилением урбанизации характерно для амфибий (Ушаков, Лебединский, 1987; Пястолова, Вершинин, 2000; Северцова и др., 2002; и др.). Встречаемость самок с 4-й стадией зрелости гонад в августе и сентябре не превышала 5 % (среди всех исследованных самок), что свидетельствует о низкой численности репродуктивного ядра популяции.

5.3. Морфологические особенности

Морфологическая дифференциация остромордой лягушки

Половой диморфизм во всех зонах города выражен только у взрослых животных (самцы достоверно крупнее самок согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа (табл. 2)), что неоднократно подтверждалось в работах других авторов (Ляпков и др., 2010; и др.). Это является следствием различий в их темпах роста, самцы растут быстрее самок. Среди молодых животных прослеживалась высокая вариабельность морфологических признаков. Причиной тому может быть интенсивный рост молодых, тогда как взрослые растут значительно медленнее (Ищенко, Леденцов, 1982; Смирин, 1983; Ляпков и др., 2010; Матковский и др., 2011). В целом в г. Сургуте в интенсивно урбанизированной среде (зоны I и II) лягушки по длине, массе тела и длине конечностей мельче животных из зон III, IV и контроля (табл. 3).

Таблица 2 – Достоверность (p) влияния факторов «пол» и «зона города» на морфологические признаки и индексы *Rana arvalis* по результатам двухфакторного дисперсионного анализа

Фактор	L.	D.r.o.	L.o.	Lt.p.	Sp.n.	L.tym	F.	T.	D.p.l.	F./L.	T./L.
пол	0,006	0,018	0,003	0,052	0,024	0,026	0,01	0,014	0,073	0,029	0,009
зона	0,45	0,756	0,691	0,358	0,339	0,303	0,004	0,011	0,011	0,674	0,397

Жирным шрифтом выделены достоверные результаты

Таблица 3 – Морфологические признаки взрослых особей *Rana arvalis* г. Сургута

Признак	Зона							
	I		II		III		K	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>m</i>	8,5±2	10,0±5	9,0±4	9,4±4	11,2±7	9,4±4	12,9±4	11,7±4
<i>L.</i>	43,3±4	43,6±5	43,5±5	43,5±5	44,8±6	44,5±5	46,3±4	45,7±5
<i>L.c.</i>	13,9±1	14,4±2	13,7±2	14,2±2	14,4±2	13,9±2	15,3±1	15,4±1
<i>D.r.o.</i>	6,0±0	6,3±1	6,0±2	6,1±2	6,0±1	6,0±1	6,8±1	6,7±1
<i>F.</i>	19,0±2	19,6±2	19,2±3	19,9±3	19,8±2	20,5±2	20,3±2	21,0±2
<i>T.</i>	18,8±2	19,8±2	18,8±3	19,6±3	19,9±3	20,3±3	20,8±2	21,2±2

Окончание таблицы 3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
D.p.l.	4,0±1	4,5±1	4,0±1	4,4±1	4,2±1	4,6±1	4,5±1	4,7±1
F./L.	0,4±0,1	0,5±0	0,4±0,1	0,5±0	0,4±0,2	0,5±0,2	0,4±0,1	0,5±0
T./L.	0,4±0,1	0,5±0	0,4±0,1	0,5±0	0,4±0,1	0,5±0,3	0,4±0,1	0,5±0
KY	10,8±3	11,5±3	10,1±3	11,0±2	11,4±3	10,1±2	12,7±2	11,9±3

Примечания к табл. 2-3: L. – длина тела; D.r.o – длина рыла; L.o. – длина глаза; Lt.p. – наибольшая ширина верхнего века; Sp.n. – расстояние между ноздрями; L.tym. – наибольшая длина барабанной перепонки; F. – длина бедра; T. – длина голени; D.p.l. – длина первого пальца задней конечности; F./L. – относительная длина бедра; T./L. – относительная длина голени; m. – масса тела; L.c. – длина головы; KY – коэффициент упитанности.

Коэффициент упитанности у молодых лягушек выше в городской популяции, чем в контрольной, у взрослых, напротив, в контрольной группе КУ был больше. Дисперсионным анализом установлено, что упитанность самок значительно ниже, чем у самцов как у взрослых ($p = 0,003$), так и у молодых ($p < 0,001$) особей. Скорее всего, это связано с низкой двигательной активностью самок. Уменьшение коэффициента упитанности у лягушек городской популяции, по сравнению с контрольной, может быть следствием меньшей биомассы кормовых объектов в городе.

В целом уменьшение морфологических показателей лягушек в интенсивно урбанизированных зонах города, вероятно, связано с ограниченностью кормовой базы в связи деградацией растительности и обеднением фауны беспозвоночных животных в зоне I, и промышленным загрязнением в зоне II.

Морфологические аномалии остромордой лягушки

В г. Сургуте высока доля девиантных особей остромордой лягушки: от 16 до 40 % лягушек в городе имели ту или иную аномалию. В среднем у 50 % особей были выявлены аномалии конечностей (табл. 4); у 25 % особей – дефекты внутренних органов (в основном в репродуктивной системе). Изменения на коже ярко выражены в зоне IV (25 %), в контроле этого типа аномалий не установлено. Деформации осевого скелета малочисленны, наиболее выражены в зоне III и отсутствуют в контроле.

Таблица 4 – Распределение аномалий (в %) у *Rana arvalis* города Сургута

Зона	Количество особей с аномалиями	Локализация			
		кожа	осевой скелет	конечности	внутренние органы
I	32	21,88	9,38	46,88	21,88
II	128	12,50	5,47	60,16	21,88
III	55	14,55	10,91	49,09	25,45
IV	4	25,00	-	50,00	25,00
K	8	-	-	50,00	50,00

Разнообразие аномалий уменьшалось от зон I → II → III → IV → K. Доля лягушек с аномалиями конечностей значимо выше в зоне I, чем в зоне II ($\chi^2_{(df=10)}=30,8$) и III ($\chi^2_{(df=9)}=63,6$), и в зоне II выше, чем в зоне III ($\chi^2_{(df=11)}=33,5$). В целом количество аномальных животных во всех зонах города достоверно отличалось от контроля (кроме зоны IV – $\chi^2_{(df=2)}=5,56$). Более ранними исследованиями также было показано, что в первую очередь от антропогенного воздействия изменяются опорно-двигательный аппарат и репродуктивная система земноводных (Замалетдинов, 2000; Камкина, 2001; Вашетко, Сартаева, 2001; Flyaks, Borkin, 2004; Piha et al., 2006; Неустроева, 2012).

Таблица 5 – Распределение аномалий конечностей (в %) у *Rana arvalis* города Сургута

Тип аномалии	Зона города				
	I	II	III	IV	K
Эктродактилия	28,57	46,88	46,43	50,00	50,00
Травмы	9,52	7,81	7,14	50,00	33,33
Клинодактилия	28,57	15,63	21,44	-	-
Отсутствие фаланги	23,82	18,75	7,14	-	-
Асимметрия конечностей	4,76	-	0,00	-	-
Полидактилия	4,76	-	3,57	-	-
Синдактилия	-	4,69	-	-	16,67
Гемимелия	-	1,56	-	-	-
Брахидактилия	-	1,56	3,57	-	-
Микромелия	-	1,56	3,57	-	-
Раздвоение фаланги	-	-	3,57	-	-
Раздвоение ступни	-	-	3,57	-	-
Гипертрофия пальцев	-	1,56	-	-	-

5.4. Особенности полиморфизма окраски

Соотношение морф в городских группировках лягушек достоверно отличалось от контроля: в зоне I ($\chi^2_{(df=11)}=22,5$), в зоне II ($\chi^2_{(df=11)}=69,9$), в зоне III ($\chi^2_{(df=10)}=46,7$). Количество полосатых животных с ростом урбанизации увеличивалось, а в контроле было минимально (I – 64,4 %; II – 64,3 %; III – 55,5 %; IV – 51,2 %; K – 31,9 %). Доля особей остромордой лягушки с морфой *striata* во всех зонах города статистически значимо выше по сравнению с контрольной зоной: в зоне I ($\chi^2_{(df=2)}=64,2$), в зоне II ($\chi^2_{(df=2)}=51,5$), в зоне III ($\chi^2_{(df=2)}=25,9$), в зоне IV ($\chi^2_{(df=2)}=21,3$); а также в зоне I по сравнению с зонами II ($\chi^2_{(df=2)}=18,8$) и IV ($\chi^2_{(df=2)}=15,2$). В популяциях амфибий трансформированных местообитаний «полосатые» особи характеризуются более высокой выживаемостью (Вершинин, 1983; 2008; Замалетдинов, 2004; и др.).

Городские группировки остромордой лягушки по числу морф мало отличались от природных среднетаёжных популяций. Значения критерия идентичности (I) при $df=10$ были недостоверными: между зонами I и K (I=5,12); зонами II и K (I=12,41); зонами III и K (I=10,90). Это свидетельствует об отсутствии изолирующих барьеров между городскими и природными местообитаниями лягушек.

5.5. Структура популяции

5.5.1. Соотношение полов

Соотношение полов в популяции остромордой лягушки г. Сургута отличалось от теоретически ожидаемого. В зоне I доля самцов выше доли самок (табл. 6). В зоне II в 2009–2010 гг. несколько преобладали самцы, в 2011 – самки. В зоне III все три года наблюдений доля взрослых самцов была выше. В зоне IV самок больше, также как и в контроле, за исключением 2010 г., когда самцов было значительно больше. В репродуктивном ядре популяции, во всех зонах выявлено преобладание самцов, за исключением зоны II в 2011 г., III в 2010 г. и IV в 2009 г. В контрольной группе по

данному показателю в 2010 и 2011 гг. также доминировали самцы. Статистически значимые изменения в соотношении полов не выявлены только в 2009 г. в зонах I и II, в 2011 г. – в зоне II. В остальных случаях выявлены значимые отличия от теоретически ожидаемого соотношения полов. Вероятно, высокий уровень обменных процессов у самцов (Леонтьева, 1995; Пескова, 2004; и др.) в связи с более интенсивным ростом по сравнению с самками (Ляпков, 2007; Матковский и др., 2011) способствовал большей их активности в неблагоприятные периоды (2009 и 2010 гг.), что повлияло на преобладание самцов в популяции остромордой лягушки исследованной территории.

Таблица 6 – Соотношение полов в популяции *Rana arvalis* г. Сургута в 2009–2011 гг.

Зона	В группе	2009 г.	2010 г.	2011 г.
		♀:♂	♀:♂	♀:♂
I	все	1:1,1	1:2,5	
	ad	1:1,3	1:3,5	
II	все	1:1,1	1:1,2	1,2:1
	ad	1:2,4	1:1,3	1,5:1
III	все	1:1,5	1,1:1	1:1
	ad	1:2	1:1,5	1:1,8
IV	все	5:1	1:2	
	ad	-	1:1	
К	все	2,1:1	1:1,8	1:2,5
	ad	1:1	1:1,2	1,5:1

Примечания: ad – половозрелые; зона I – многоэтажная; II – промышленная; III – пойменная; IV – зелёная; К – контроль.

5.5.2. Возрастная структура

Большинство популяции остромордой лягушки г. Сургута составляли 2-, 3-х – 4-летние особи (рис. 2). Доля животных старших возрастных групп (5-, 6-лет) не превышала 3 %. В контроле ядро составляли 3-х – 4-летние животные, а доля старших возрастов (5-летних) была более 10 % (рис. 3).

Максимальная продолжительность жизни у лягушек в городе – 6 лет (у самок); в контроле – 5 лет (самки и самцы). Среди 2-х – 3-летних особей преобладали самцы, а в старших группах – самки, что может быть следствием большей доли самцов, размножающихся впервые после 3-й зимовки, и соответственно – более высокой их гибелью. Аналогичные половые различия в выживаемости были выявлены не только у остромордой, но и других видов бурых лягушек (Ляпков, 2005).

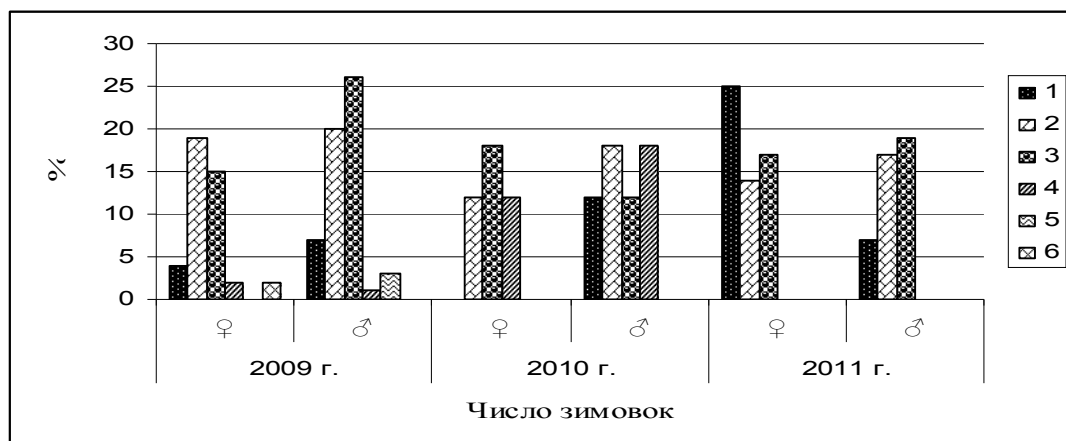


Рисунок 2 – Половозрастной состав популяции *Rana arvalis* города Сургута в 2009–2011 гг.

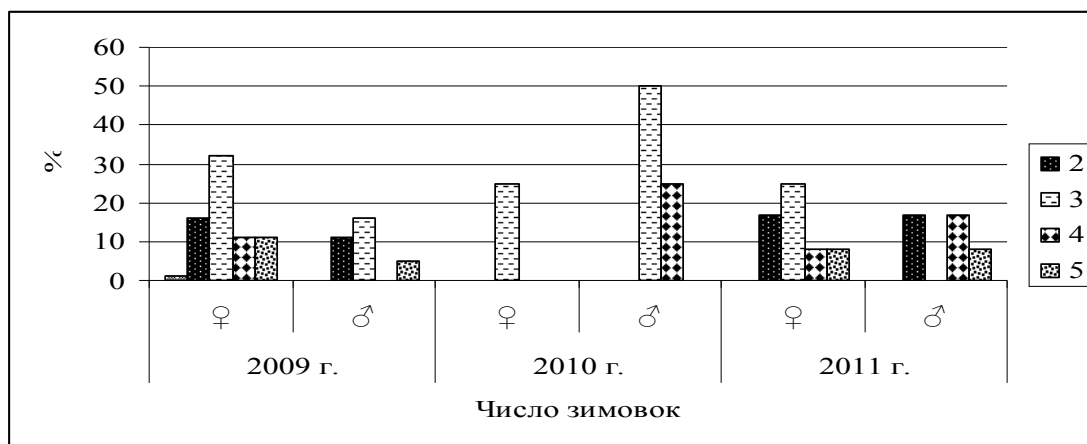


Рисунок 3 – Половозрастной состав **контрольной** популяции *Rana arvalis* в 2009–2011 гг.

Некоторые особи остромордой лягушки созревали к 2-м годам (2 % самок и 6 % самцов в зоне II). Репродуктивное ядро популяции остромордой лягушки г. Сургута составляли 3-х – 4-летние особи. Самцы в городе созревают немного раньше самок, что, вероятно, способствует их более низкой выживаемости. В то время как в контроле 30 % самцов доживало до 4-х лет, в городе их было не более 15 %. Таким образом, особи исследованных городской и контрольной популяций могут участвовать в размножении 3 раза (самки – максимум 4 при условии участия 6-летних). В г. Сургуте остромордая лягушка достигает половой зрелости в более раннем возрасте, по сравнению с популяциями северной тайги Западной Сибири (Матковский, 2012) и Приполярного Урала (Ishchenko, 1996).

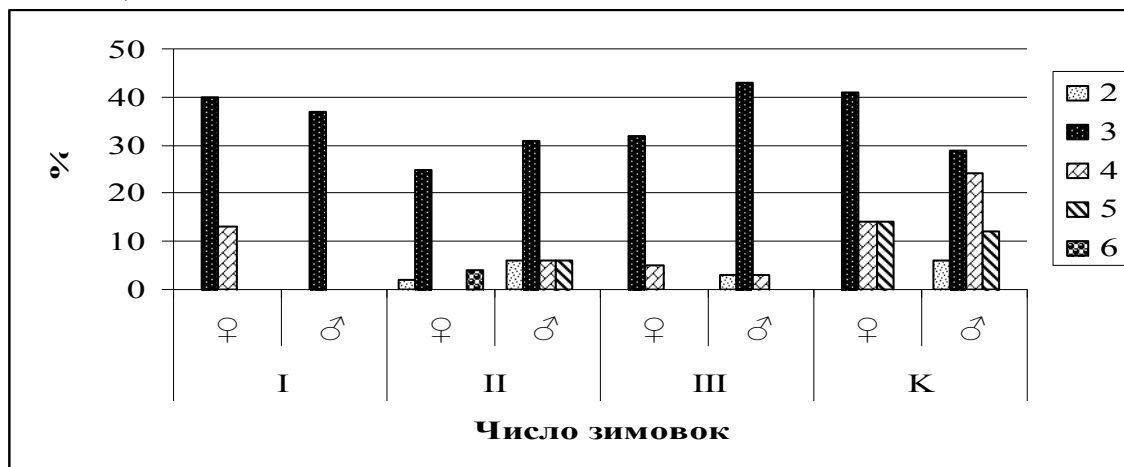


Рисунок 4 – Распределение возрастов **половозрелых** особей *Rana arvalis* по зонам города и на контрольной территории (I – многоэтажная зона; II – промышленная зона; III – пойменная зона; K – контроль)

Установлено, что в городе средний возраст половозрелых самок больше, чем у самцов (табл. 7). В целом по городу, половозрелые лягушки моложе особей из контрольной популяции, что также подтверждает ранее наступление половой зрелости у остромордой лягушки в городе.

Таблица 7 – Средний возраст половозрелых особей *Rana arvalis* в г. Сургуте и на контрольной территории

Зона	♀	♂
Город		
I	2	3
I	3,25	3,00

Окончание таблицы 7.

I	2	3
II	3,33	3,24
III	3,13	3,00
В среднем	3,26	3,13
Вместе	3,18	
Контроль		
В среднем	3,60	3,58
Вместе	3,59	

5.6. Гельминтофауна

В лёгких и кишечнике остромордой лягушки г. Сургута выявлено пять видов гельминтов, относящихся к двум систематическим группам. Класс Trematoda: *Dolichosaccus rastellus* (Olsson, 1876), *Haplometra cylindracea* (Zeder, 1800). Класс Nematoda: *Rhabdias bufonis* (Schrank, 1788), *Oswaldocruzia filiformis* (Goeze, 1782), *Cosmocerca ornata* (Dujardin, 1845).

В целом по городу (табл. 8) экстенсивность инвазии паразитами низка (в среднем 50 %). Наиболее распространёнными видами гельминтов являлись *O. filiformis*, *Rh. bufonis* и *H. cylindracea*. *C. ornata* чувствителен к загрязнению среды, поэтому в городской среде встречается редко (Лебединский, 1989; Жигилева, Буракова, 2005; Ручин и др., 2008; и др.).

Таблица 8 – Состав и распределение гельминтов *Rana arvalis* города Сургута

Вид	Локализация	Зона	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
<i>Cosmocerca ornata</i>	кишечник	II	8,79	1-8	3,75
		III	4,35	1	1,00
<i>Dolichosaccus rastellus</i>	кишечник	II	16,48	1-15	4,80
		III	8,70	2-7	3,50
<i>Haplometra cylindracea</i>	лёгкое	II	21,38	1-22	5,90
		III	21,74	1-12	5,00
<i>Oswaldocruzia filiformis</i>	кишечник	II	40,66	1-35	10,08
		III	50,00	1-24	8,91
<i>Rhabdias bufonis</i>	лёгкое	II	34,07	1-41	8,90
		III	34,78	2-39	11,19

Примечания: ЭИ - экстенсивность инвазии; ИИ – интенсивность инвазии; ИО – индекс обилия.

Экстенсивность инвазии в зоне II по сравнению с зоной III достоверно ниже ($\chi^2_{(df=4)}=13,25$), тогда как индекс обилия статистически значимо не отличался ($\chi^2_{(df=4)}=8,83$). *C. ornata* и *D. rastellus* тяготеют к зоне II. Распределение остальных видов гельминтов по зонам города относительно равномерное. Заражённость остромордой лягушки *H. cylindracea* как в зоне III, так и в зоне II одинаковая, однако ИИ в зоне III ниже. У *O. filiformis* более низкая ЭИ в зоне II по сравнению с зоной III. Самые высокие показатели ИИ и ИО в городской среде у паразита *Rh. bufonis*, тогда как по ЭИ этот вид на втором месте после *O. filiformis*.

Соотношение нематод и трематод в гельминтофауне остромордой лягушки г. Сургута примерно 2,5:1. В зоне II доля трематод достоверно выше, чем в зоне III ($\chi^2_{(df=1)}=6,96$). В то время как нематодная инвазия по зонам статистически значимо не отличалась ($\chi^2_{(df=1)}=1,76$). Это связано с большим разнообразием местообитаний в зоне II.

Здесь лягушки отлавливались в пойменных лугах и ивняках, смешанных и мелколиственных лесах и болотах, тогда как в зоне III местообитания представлены только злаково-осоково-разнотравными лугами в различных комбинациях и ивняками. Снижение доли трематод в гельминтофауне амфибий пойменных местообитаний также связано с интенсивной хозяйственной деятельностью в данной зоне в последние 3 года (строительство автодороги, ледового дворца, отсыпка и установка гидронамывных установок и прочее), что привело к резкому сокращению площадей биотопов и нерестовых водоёмов.

ГЛАВА 6. ЗНАЧЕНИЕ АМФИБИЙ, РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОХРАНЕ

В данной главе рассматривается роль амфибий в биоценозах, значение для человека. Даны рекомендации по охране и восстановлению численности амфибий в городе Сургуте.

ВЫВОДЫ

1. В городе Сургуте обитает 3 вида амфибий: обыкновенная жаба, сибирская и остромордая лягушки. Остромордая лягушка – фоновый вид. Обилие её в период наибольшей активности колеблется от 0,8 до 31 особи на 100 цилиндро-суток. В целом по городу обилие этой лягушки на порядок ниже, чем в природных биотопах. Наибольшее обилие регистрируется в пойменной и промышленной зонах. Популяции обыкновенной жабы и сибирской лягушки характеризуются как деградирующие.

2. Остромордая лягушка в г. Сургуте размножается при температуре воды 11–13 °С с рН = 5,2–8,4. В неблагоприятные по климатическим характеристикам годы размножение может идти в два этапа. В многоэтажной зоне у остромордой лягушки достоверно увеличивается плодовитость при сокращении численности репродуктивного ядра популяции.

3. Средние значения морфометрических характеристик остромордой лягушки, таких как длина, масса тела, длина конечностей достоверно уменьшаются по мере нарастания антропогенной нагрузки. У взрослых особей выражен половой диморфизм, самцы достоверно крупнее самок, в связи с тем, что самцы растут быстрее. Коэффициент упитанности самок также достоверно ниже, чем у самцов.

4. Встречаемость морфологических аномалий остромордой лягушки значимо выше в многоэтажной, промышленной и пойменной зонах города, чем в контрольной популяции. От 16 до 40 % лягушек в городе имеют то или иное отклонение.

5. Полиморфизм окраски популяции остромордой лягушки г. Сургута сходен с загородной (по числу морф). Однако распределение морф во всех зонах (кроме зелёной) значимо отличается от контрольной популяции, а доля животных с морфой *striata* в городских условиях статистически значимо выше, чем за городом.

6. Соотношение полов в популяции остромордой лягушки г. Сургута нестабильное. Максимальная продолжительность жизни в урбанизированной среде 6 лет (самки), в контроле – 5 лет. Половозрелость наступает в 3 года (в 2 года половозрелыми становятся до 6 % особей). Репродуктивное ядро составляют 3-х – 4-летние особи. Доля животных старших возрастных групп не более 5 %. Выживаемость самцов в городе ниже, чем у самок, о чём свидетельствует их малое участие в старших возрастных группах.

7. В гельминтофауне остромордой лягушки г. Сургута выявлено 5 видов. Ядро составляют 2 вида нематод: кишечная *O. filiformis* и лёгочная *Rh. bufonis*. Экстенсивность инвазии гельминтами остромордой лягушки по зонам города не превышает 50 %. В пойме р. Оби экстенсивность инвазии достоверно ниже, чем в промышленной зоне. Максимальный видовой состав гельминтов зарегистрирован в смешанных лесах и на пойменных лугах.

8. Анализ экологических особенностей амфибий в условиях г. Сургута свидетельствует о начальном этапе становления урбоценоза, т.е. о преобладании одного вида во всех зонах города и снижении показателей его обилия. Ряд аспектов жизнедеятельности популяции остромордой лягушки г. Сургута, такие как обилие, плодовитость, морфологические характеристики, встречаемость морфологических аномалий, соотношение полов и продолжительность жизни статистически значимо отличаются от таковых на ненарушенных территориях.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Ограничение хозяйственной деятельности в пойменной зоне юго-восточного района города для сохранения единственного в городе местообитания сибирской лягушки – вида, занесённого в Красную книгу ХМАО-Югры, и единственного (обнаруженного на данный момент) нерестового водоёма обыкновенной жабы.

2. Углубление и очистка от бытового мусора нерестовых водоёмов в пойменной, промышленной и многоэтажной зонах.

3. Охрана путей миграций жаб к нерестовым водоёмам посредством создания специальных проходов под автодорогами.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. **Ибрагимова Д.В.** Особенности распределения и динамика численности остромордой лягушки (*Rana arvalis*) в городе Сургуте / Д.В. Ибрагимова, В.П. Стариков // Вестник КрасГАУ. – 2012. – Вып. 5. – С. 211-216.

2. **Ибрагимова Д.В.** Оценка состояния популяции остромордой лягушки (*Rana arvalis* Nilsson, 1842) города Сургута / Д.В. Ибрагимова, В.П. Стариков // Мир науки, культуры, образования. – 2012. – № 5 (36). – С.308-312.

Работы, опубликованные в других изданиях

3. **Ибрагимова Д.В.** Оценка качества среды города Сургута по состоянию популяции остромордой лягушки (*Rana arvalis*) / Д.В. Ибрагимова, В.П. Стариков // Экология и природопользование в Югре: Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию кафедры экологии СурГУ. Сургут, 16 – 17.10.2009 г. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2009. – С. 44-46.

4. **Ибрагимова Д.В.** Биотопическое распределение и численность амфибий города Сургута / Д.В. Ибрагимова, В.П. Стариков // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования: Материалы III Всероссийск. науч.-практ. конф. с междунар. участ., Нижний Тагил, 1 – 5.03.2010 г. – Нижний Тагил, 2010. – Ч. 1. – С. 250–255.

5. **Ибрагимова Д.В.** Материалы по размножению остромордой лягушки (*Rana arvalis*) города Сургута / Д.В. Ибрагимова, В.П. Стариков // Сборник научных трудов биологического факультета. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2010. – Вып. 7. – С. 60-68.

6. Стариков В.П. Красная книга ХМАО (раздел «Животные») – документ перманентного действия / В.П. Стариков, А.А. Емцев, Е.В. Зиновьев, ..., **Д.В. Ибрагимова**, и др. // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов: теория, методика, практика: доклады IV Международной науч.-практ. конф. – Нижневартовск: НГГУ, 2010. – С. 139-144.

7. **Ибрагимова Д.В.** Морфологические особенности остромордой лягушки (*Rana arvalis*) города Сургута / Д.В. Ибрагимова, В.П. Стариков // Вопросы герпетологии. Материалы IV съезда Герпетологического общества им. А.М. Никольского, Казань, 12 – 17.10.2009 г. – Санкт-Петербург, 2011. – С. 101-104.

8. **Ибрагимова Д.В.** Морфологические аномалии остромордой лягушки как результат качественной неоднородности городской среды (на примере г. Сургута) / Д.В.

- Ибрагимова, В.П. Стариков // Современные проблемы биологических исследований в Западной Сибири и на сопредельных территориях: Материалы Всероссийск. науч. конф., посвящ. 15-летию биол. фак-та Сургут. гос. ун-та, Сургут, 2 – 4.06. 2011 г. – Сургут: Изд-во ООО «Таймер», 2011. – С. 154-156.
9. Биоразнообразие Югры: редкие и исчезающие животные / В.П. Стариков, А.А. Емцев, К.А. Берников, ..., **Д.В. Ибрагимова**, и др. – Тобольск: ООО «Полиграфист», 2011. – 184 с.
10. **Ибрагимова Д.В.** Фенология остромордой лягушки (*Rana arvalis*) в условиях города Сургута / Д.В. Ибрагимова // Наука и инновации XXI века: Материалы XXII Окружной конференции молодых учёных, Сургут, 1 – 2.12.2011 г. – Сургут: Изд-во «Таймер», 2012. – Т. 1. – С. 48-50.
11. **Ибрагимова Д.В.** Особенности полиморфизма *Rana arvalis* в градиенте урбанизации (на примере города Сургута) / Д.В. Ибрагимова, В.П. Стариков // Экологический мониторинг и биоразнообразие: Материалы IV Международной науч.-практ. конф., Ишим, 18 – 19.04.2012 г. – Ишим: Изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова, 2012. – С. 90-96.
12. **Ибрагимова Д.В.** Гельминты *Rana arvalis* Nilss., 1842 города Сургута / Д.В. Ибрагимова // Наука и инновации XXI века: Материалы I Всероссийск. конф. молодых учёных, Сургут, 28 – 29.11.2012 г. – Сургут: Изд-во «Таймер», 2012. – Т.2. – С. 43.
13. **Ибрагимова Д.В.** Урбанизация и проблемы сохранения биоразнообразия (на примере амфибий города Сургута) / Д.В. Ибрагимова // Животные: экология, биология и охрана. Материалы Всероссийск. науч. конф. с международным участием. – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2012. – С. 160–162.