

На правах рукописи

**НИКАШИН Игорь Александрович**

**ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОПУЛЯЦИЙ  
ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ (*Rana ridibunda* Pall.) КАК СРЕДСТВО ОЦЕНКИ  
АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ  
( на примере Липецкой области)**

03.00.16. – Экология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Липецк - 2007

Работа выполнена на кафедре зоологии и экологии  
Липецкого государственного педагогического университета

**Научный руководитель:** доктор биологических наук  
Бабенко Владимир Григорьевич

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук  
Венгеров Пётр Дмитриевич  
  
кандидат биологических наук  
Бутов Григорий Станиславович

**Ведущая организация:** Мичуринский государственный  
педагогический институт

Защита диссертации состоится «14» ноября 2007 г. в 14 часов на заседании Диссертационного совета Д 212 038 05 при Воронежском государственном университете по адресу: г. Воронеж, Университетский пр. 1, биолого-почвенный факультет, тел. 20-88-84, e-mail: [tmz288@bio.ru](mailto:tmz288@bio.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Воронежского государственного университета по адресу: 394006, г. Воронеж, Университетская пр., 1.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 г.

Ученый секретарь  
Диссертационного Совета

Г. И. Барабаш

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Отходы промышленных производств, сельскохозяйственные и бытовые стоки, поступающие в водоемы, приводят к необратимому изменению условий существования отдельных видов животных и биоты в целом. Эта ситуация обуславливает необходимость активного поиска критериев оценки состояния водной среды, которая обеспечивала бы благополучие живых существ, а в конечном итоге, и самого человека (Международная программа..., 1990).

Современный гидрохимический контроль не всегда отражает реальную картину состояния водоемов. Практически невозможно с помощью химических анализов проследить малые концентрации всех загрязнений, которые могут нарушать биологические процессы при длительном воздействии на многие поколения водных организмов.

В последние годы для контроля качества поверхностных вод широко используются приемы биомониторинга (Бутов, 1998; Устюжанина, Стрельцов, 2001; Ушаков, 2001; Яковлев и др., 1985; Орлов и др., 2002).

Анализ работ российских и зарубежных авторов (Методика биологического анализа..., 1971; Оуэнс, 1977; Криволицкий, 1985, 1987; Никаноров, 1991; Хорвуд, 1992; Оливериусова, 1995; Степанов, 1998 и др.) позволяет выделить основные требования к организмам, используемым для биомониторинга. Такие организмы должны: встречаться повсеместно на изучаемой территории, быть достаточно многочисленными, обладать способностью накапливать поллютанты в органах и тканях, переносить накопление загрязняющих веществ до определенного уровня, вести оседлый образ жизни. Организмы-индикаторы должны быть также хорошо изучены.

Для водных экосистем всем перечисленным критериям соответствует озерная лягушка (*Rana ridibunda* Pall.) – высокотолерантный и экологически пластичный вид (Вершинин, 2005; Мисюра, 2005), многочисленный, широко распространенный, доступный для сбора и прижизненного описания.

**Целью** данной работы было установить возможность использования различных эколого-морфологических признаков группировок озерной лягушки для биоиндикационной оценки качества водных экосистем.

В ходе исследования решались следующие **задачи**:

1. Рассмотреть возможность оценки загрязнения водоема солями тяжелых металлов по их содержанию в тканях озерной лягушки.
2. Выявить зависимость морфометрических и фенетических особенностей группировок озерной лягушки от уровня антропогенной трансформации водных экосистем.
3. На основе показателей стабильности развития озерной лягушки дать оценку качества водных экосистем.
4. Выявить зависимость демографических характеристик популяций озерной лягушки от состояния водных экосистем.
5. Рассмотреть возможность оценки качества водных экосистем на основе комплексного использования эколого-морфологических характеристик озерной лягушки.

## **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Различные эколого-морфологические признаки популяции озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.), в том числе размеры, демографическая структура, генетический полиморфизм пригодны в качестве биоиндикационных признаков, но их использование должно производиться с учетом воздействия ряда особенностей населенных земноводными биотопов.

2. Только комплексное использование эколого-морфологических характеристик группировок озерной лягушки позволяет дать объективную оценку состояния водной экосистемы. Отклонения отдельных показателей, связанные с воздействием разнообразных природных факторов при комплексной оценке могут быть успешно скомпенсированы за счет других характеристик данной группировки.

**Научная новизна работы.** На примере озерной лягушки впервые рассмотрена эффективность комплексного использования разных методов биоиндикации для оценки качества водных экосистем. С помощью ГИС-технологий впервые построены биоиндикационные карты для территории Липецкой области.

**Теоретическая и практическая значимость.** Работа содержит фактический материал, который дает представление о некоторых эколого-морфологических особенностях озерной лягушки (*R. ridibunda* Pall.) на изучаемой территории. Проведенный анализ показал перспективность использования эколого-морфологических признаков группировок озерной лягушки для биомониторинга. Созданная база данных и использование ГИС-технологий позволят продолжить мониторинг состояния водоемов Липецкой области, а полученные данные могут быть использованы в качестве сравнительного материала.

**Апробация работы.** Общие положения и выводы работы отражены в 8 публикациях. Результаты исследований обсуждались на международной научно-практической конференции «Экология, окружающая среда и здоровье населения Центрального Черноземья» (Курск, 2005 г.), на ежегодных итоговых научных конференциях в Липецком государственном педагогическом университете в 1999-2006 г., а также на научных конференциях в Мичуринском государственном педагогическом институте (2000 и 2001 г.).

**Декларация личного участия автора.** Работа над диссертацией проводилась на кафедре зоологии и экологии Липецкого государственного педагогического университета. Химический анализ поверхностных вод производился лабораторией ТЦ «Липецкгеомониторинг», Липецким областным центром по гидрометеорологии, Центром лабораторного анализа и технических измерений по Центральному федеральному округу. Анализ печени озерной лягушки на содержание солей тяжелых металлов был проведен в лаборатории Управления ветеринарии администрации Липецкой области. Автор выражает искреннюю благодарность всем, кто содействовал выполнению настоящей работы.

**Объем работы:** Работа состоит из «Введения», 9 глав и «Выводов», содержит 11 таблиц и 35 рисунков.

Список литературы включает 176 наименований, из них 26 на иностранных языках.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### ГЛАВА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

В главе в общепринятой форме описаны особенности природы региона. Охарактеризованы климат, рельеф, гидрология, растительность. Отдельным разделом приводится экономико-географическая характеристика района исследований и оценка антропогенного воздействия на природные сообщества.

#### Типизация водоемов по уровню антропогенного воздействия

Для решения задач работы определены места обитания озерной лягушки, отличающиеся по уровню антропогенного воздействия. Такое деление позволило осуществить оценку применимости различных методов биоиндикации, основанных на эколого-морфологических характеристиках объекта.

За основу выделения участков с разным уровнем антропогенного воздействия была взята система критериев, основанная на следующих характеристиках:

1. Общее состояние территории по трем средам обитания на основе «Эколого-геологической карты Липецкой области» (2002).

2. Наличие экологических нарушений на основе карты «Экологические нарушения на территории Липецкой области» и «Доклада о состоянии окружающей природной среды Липецкой области» (2002-2006 г.).

3. Гидрохимические показатели водоемов на основании материалов ведущих природоохранных организаций Липецкой области (Центр лабораторного анализа и технических измерений, Гидромет, ТЦ «Липецкгеомониторинг»).

4. Химический состав воды и грунтов и наличие локальных антропогенных нарушений на основе собственных наблюдений и анализа отобранных проб.

Рассмотренные участки разделены также по физико-географическим особенностям: отдельно рассмотрены выборки с территорий Среднерусской возвышенности и Окско-Донской низменности, из стоячих и проточных водоемов.

### ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал работы собран в 1998-2006 гг. в бассейне Верхнего Дона, на реках и прудах в пределах Липецкой области. Объем материала указан в таблице 1.

Таблица 1

Объем исследованного материала (Липецкая область, 1998-2006 гг.)

Показатели	Объем материала
Число обследованных водоемов	38
Маршрутные учеты, км	114
Половая структура и морфометрическая характеристика группировок, особей	2169
Генетический полиморфизм группировок по фенетическим признакам, особей	1476
Стабильность развития по признакам флуктуирующей асимметрии, особей	919
Трофический спектр, особей	290
Спектральный анализ печени, особей	25

Изучение линейных размеров озерной лягушки проводилось путем прижизненного анализа по общепринятой методике (Терентьев, Чернов, 1940; Терентьев, 1950; Банников, 1977). Измерения проводились с помощью штангенциркуля с точностью до 0,5 мм.

Для характеристики генетического полиморфизма проводилось фенетическое описание земноводных по 12 фенам вентральной и 27 фенам дорзальной стороны тела (Климов и др., 1999).

Уровень стабильности развития оценивался с помощью морфологического метода, как наиболее простого и доступного для широкого использования (Захаров, 1987; Баранов и др., 1998; Чубинишвили, Баранов, 1998; Chubinishvili, 1997; Захаров и др., 2000).

Химико-токсикологические исследования печени озерной лягушки проводились лабораторией Управления ветеринарии администрации Липецкой области. На атомно-абсорбционном спектрофотометре в пробах определялась группа металлов, наиболее распространенных в антропогенных ландшафтах: Hg, As, Cu, Pb, Cd, Zn. Предельно-допустимые концентрации солей тяжелых металлов в печени земноводных указаны по рыбе согласно нормативной документации (ГОСТ 30178-96).

Количественные учеты земноводных производились в летний период после завершения размножения вдоль береговой линии водоемов. Длина маршрута в конкретном биотопе составляла в среднем 1 км, ширина учетной полосы - 4 метра.

Изучение трофического спектра проводилось путем вскрытия 290 взрослых особей озерной лягушки. Пищевые пробы хранились в бумажных конвертах в высушенном виде. Определение беспозвоночных проводилось старшим научным сотрудником заповедника «Галичья гора», кандидатом биологических наук М.Н.Цуриковым.

Все сведения, полученные на полевом этапе исследований, статистически обработаны в программе Microsoft Excel 2003. В программе Microsoft Access 2003 создана база данных, в которой отражены все параметры отловленных земноводных.

Тематические карты разрабатывались с помощью программы ArcMap. Создана электронная модель карты района исследований. С помощью GPS-приемника сняты и нанесены на карту координаты мест проведения исследований. Разработанную в Microsoft Access базу данных связали с электронной картой, созданной в программе ArcMap. Такой подход позволил оперативно создавать биоиндикационные карты сразу для всей территории исследований с возможностью ведения мониторинга состояния водных экосистем.

### **ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМА СОЛЯМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПО ИХ СОДЕРЖАНИЮ В ПЕЧЕНИ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ**

Для выяснения возможности использования тканей озерной лягушки в качестве индикатора содержания в среде тяжелых металлов взяты пробы воды, ила и печени озерной лягушки на участках реки Воронеж, расположенных на разном удалении от основных источников антропогенного загрязнения.

Анализ показал, что содержание в воде и илах тяжелых металлов в большинстве случаев не превышает ПДК. В тоже время в печени озерной лягушки выявлены превышения ПДК (взятые по нормам для рыбы) по меди - в 2 раза, свинцу - 122 раза, кадмию – в 10 раз (табл. 2).

Разовые химические анализы воды и ила не отражают содержания солей тяжелых металлов в экосистемах наблюдаемых водоемов, в то время как печень озерной лягушки вследствие биоаккумуляции их накапливает. Накопление металлов в

печени земноводных при внешне благополучных химических анализах воды и илов говорит о скрытом геохимическом неблагополучии изучаемых территорий.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях, поверхностных водах и печени земноводных (мг/дм<sup>3</sup>)

Элементы	Участки на р. Воронеж			Участки на искусственных стоячих водоемах			ПДК
	Окр. с. Каликино	Р-н завода «Свободный Сокол»	Центральный пляж г. Липецка	Окр. с. Кирово	Окр. с. Казинка	Отстойники ОАО «НЛМК»	
<b>Донные отложения</b>							
Ртуть	0,73	1,56	1,08	1,12	0,84	1,15	2,0
Мышьяк	0,1	0,16	0,1	0,02	0,03	0,08	2,1
Медь	1,14	2,42	1,04	1,12	0,43	0,50	3,0
Свинец	2,34	4,32	2,74	2,51	3,12	1,56	6,0
Кадмий	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,001
Цинк	3,49	4,62	2,14	5,62	2,45	3,91	23,0
<b>Поверхностные воды</b>							
Ртуть	0,00012	<b>0,0008*</b>	0,0005	0,0003	0,00025	<b>0,0007</b>	0,0005
Мышьяк	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,055
Медь	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,001
Свинец	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,006
Кадмий	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,005
Цинк	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Печень земноводных (n =25)</b>							
Ртуть	0,006	0,116	0,006	0,008	0,008	0,024	0,3
Мышьяк	0,03	0,532	0,03	0,028	0,045	0,05	1,0
Медь	<b>19,12</b>	<b>25,20</b>	2,82	<b>20,5</b>	<b>15,26</b>	4,62	10,0
Свинец	<b>2,0</b>	<b>122,9</b>	<b>16,3</b>	<b>2,6</b>	<b>12,4</b>	<b>59,9</b>	1,0
Кадмий	<b>0,78</b>	<b>7,15</b>	<b>1,37</b>	<b>1,88</b>	<b>1,23</b>	<b>2,38</b>	0,2
Цинк	11,33	16,73	9,28	13,38	17,65	15,17	40,0

\*-в таблице жирным шрифтом указаны превышения ПДК.

## ГЛАВА 4. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

### 4.1. Линейные размеры озерной лягушки и их изменчивость

#### как показатели качества водных экосистем

Изучение линейных размеров земноводных в качестве биоиндикационных признаков производилось в разных физико-географических провинциях области на стоячих и проточных водоёмах. Для выяснения влияния антропогенной нагрузки сравнивались участки относительно сходные по всем остальным характеристикам.

Анализ показал, что линейные размеры земноводных определяются в значительной мере абиотическими факторами среды, в первую очередь, скоростью течения. Так, земноводные, отловленные на реке Дон, характеризующейся быстрым течением, были более крупными, чем на реке Воронеж, где скорость течения невелика (табл. 3).

Размеры тела озерной лягушки в проточных водоемах Средне-Русской возвышенности (n=1145) и Окско-Донской низменности (n=1024)

Провинция	Пол	Длина тела, мм	CV, %	Min, мм	Max, мм
Среднерусская	Самцы	83,0	7,8	66,7	99,8
	Самки	92,6	9,5	70,0	117,0
Окско-Донская	Самцы	81,5	9,8	60,0	103,0
	Самки	88,2	13,5	60,0	139,3

Сравнение средних размеров тела озерной лягушки на участках реки Дон с разной степенью антропогенной нагрузки не выявило четкой зависимости длины тела от степени трансформированности места обитания, в то время как показатель варьирования данного признака имеет статистически достоверные различия на участках с высокой и низкой антропогенной нагрузкой. Наименее изменчивы размеры земноводных в условиях высокого антропогенного пресса (рис. 1).

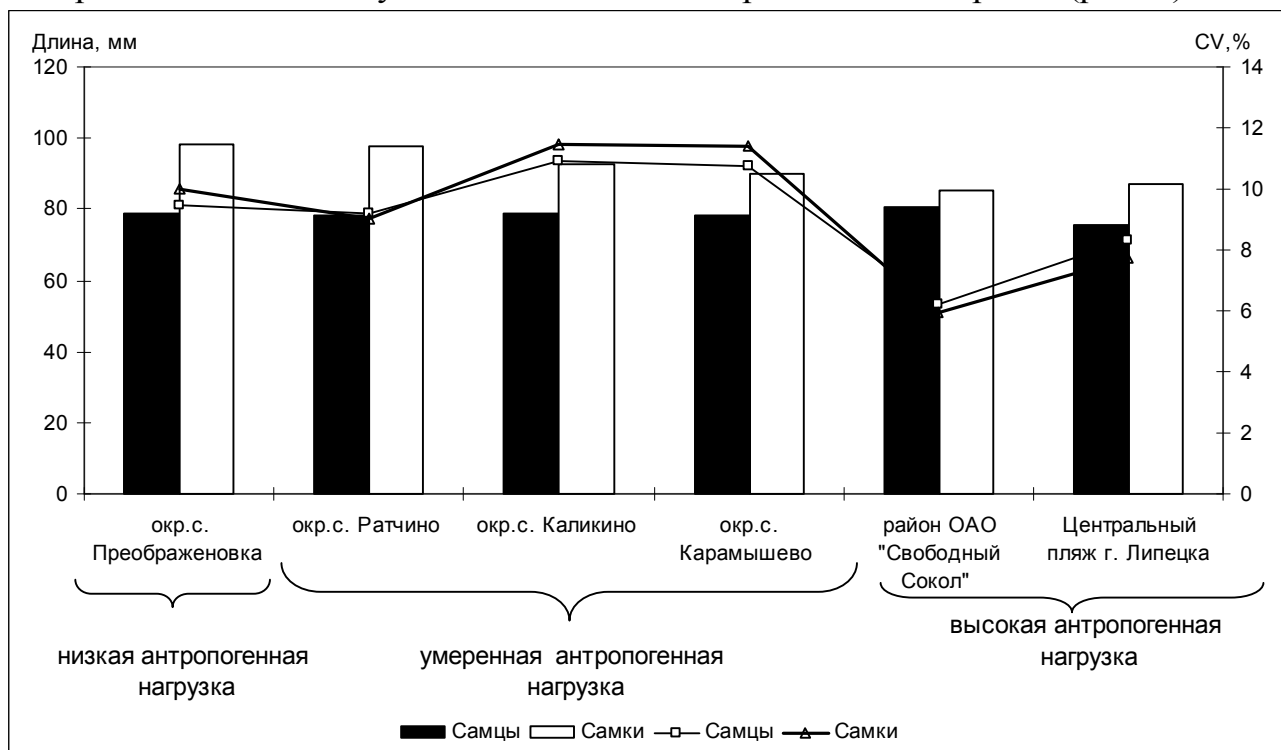


Рис. 1. Длина тела озерной лягушки на участках реки Воронеж с разной степенью антропогенной нагрузки (n=271).

Таким образом, линейные размеры земноводных определяются в значительной мере абиотическими факторами среды и их использование в целях биоиндикации должно производиться с учетом воздействия целого ряда разнообразных факторов, помимо антропогенного.

#### 4.2. Относительные морфологические показатели озерной лягушки и качество водных экосистем

Анализ показал, что антропогенное воздействие не оказывает заметного влияния на относительные морфологические показатели. Нам не удалось обнаружить значимых различий по этим показателям между группировками озерной лягушки, заметно отличающимися по другим характеристикам (размеры особей, изменчивость морфометрических показателей, уровень асимметрии и др.).



## ГЛАВА 5. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ПО СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ

Сопоставление результатов химических анализов поверхностных вод на ряде участков в окрестностях города Липецка не дает четкой картины состояния водных экосистем. На каждом из рассмотренных участков наблюдаются превышения ПДК по ряду показателей. Оценить общее воздействие такого загрязнения на биоту довольно сложно.

Анализ стабильности развития озерной лягушки на участках, расположенных на разном удалении от крупного источника антропогенного загрязнения среды – Новолипецкого металлургического комбината – показал, что по мере приближения к источнику загрязнений показатель частоты асимметричного проявления на признак закономерно возрастает (табл. 4; рис. 2).

Таблица 4

Результаты химического анализа поверхностных вод и показатель стабильности  
развития озерной лягушки на участках р. Воронеж

Участки	Компоненты (ПДК, мг/дм <sup>3</sup> )						ЧАП
	O <sub>2</sub> (6,0)	ХПК (15)	БПК (2,0)	NH <sup>4+</sup> (0,39)	NO <sup>2-</sup> (0,02)	NO <sup>3-</sup> (0,9)	
4,5 км выше по течению г. Липецка	<b>10,2*</b>	<b>19,8</b>	1,98	0,02	<b>0,08</b>	<b>6,05</b>	0,52
Граница г. Липецка	<b>11,2</b>	<b>15,1</b>	1,78	<b>0,38</b>	0,02	<b>3,72</b>	0,53
Городской пляж	<b>12,5</b>	<b>17,1</b>	1,94	0,25	0,02	<b>3,93</b>	0,67
ОАО «НЛМК», пруд-отстойник №7	3,96	<b>34</b>	<b>3,8</b>	<b>0,55</b>	0,01	<b>1,48</b>	0,61
4 км ниже по течению г. Липецка	<b>11,9</b>	<b>19,2</b>	<b>2,04</b>	<b>0,66</b>	<b>0,03</b>	<b>3,81</b>	0,56

\*-жирным шрифтом указаны превышения ПДК.

Таким образом, химический анализ поверхностных вод отражает только компонентный состав на момент взятия пробы, тогда как показатель стабильности развития отражает состояние популяции в рассматриваемой среде, и долговременное влияние условий среды на живые организмы, что может служить хорошим дополнением к химическим анализам.

## ГЛАВА 6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО ГЕНЕТИЧЕСКОМУ ПОЛИМОРФИЗМУ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ

### 6.1. Фенетические особенности группировок озерной лягушки как индикатор состояния водоемов

Одним из широко распространенных методов биоиндикации является анализ фенетической структуры группировок земноводных. В качестве биоиндикационного признака большинство исследователей предлагает рассматривать полиморфизм группировок озерной лягушки по наличию или отсутствию центральной полосы. Известно, что особи с фенотипом *striata* являются более устойчивыми к воздействию целого ряда факторов среды по сравнению с особями фенотипа *makulata*. Поскольку антропогенное воздействие на водные экосистемы сопровождается в большинстве случаев негативными последствиями для биоты, в сильно трансформированных водоемах должны преобладать особи с фенотипом *striata*. (рис. 4).

Полученные нами данные, подтверждают правильность данной точки зрения: - отмечено возрастание доли особей с фенотипом *striata* в замкнутых водоемах по сравнению с проточными и в водоемах с высокой антропогенной нагрузкой по сравнению с водоемами с низкой антропогенной нагрузкой.

Таким образом, доля особей фенотипа *striata* действительно отражает определенные параметры состояния водной экосистемы, но связывать ее напрямую с уровнем загрязнения вод нет достаточных оснований.

## 6.2. Генетическое разнообразие группировок озерной лягушки как индикатор состояния водоемов

Анализ внутривидового полиморфизма группировок озерной лягушки из водоемов с разным уровнем антропогенной нагрузки показал, что по большинству рассматриваемых признаков показатели разнообразия ( $\mu \pm S \mu$ ) закономерно уменьшаются с ростом антропогенного воздействия на водные экосистемы. Так, например, выглядят показатели разнообразия по характеру расположения пятен на поверхности спины (табл. 5).

Таблица 5

Показатели разнообразия ( $\mu \pm S \mu$ ) группировок озерной лягушки в водоемах Окско-Донской низменности по характеру расположения пятен на поверхности спины

Уровень антропогенной нагрузки	Участки	Показатели разнообразия $\mu \pm S \mu$
Низкий	Окр. с. Преображеновка, р. Воронеж (n=56)	2,8±0,32
Умеренный	Окр. с. Карамышево, р. Воронеж (n=48)	2,9±0,09
	Окр. с. Каликино, р. Воронеж (n= 60)	2,5±0,03
Высокий	Город Липецк, центральный пляж (n=40)	1,8±0,20
	Район ОАО «Свободный Сокол» (n=40)	2,2±0,14

Таким образом, генетический полиморфизм группировок озерной лягушки в целом отражает состояние среды обитания земноводных и может быть использован как один из биоиндикационных показателей.



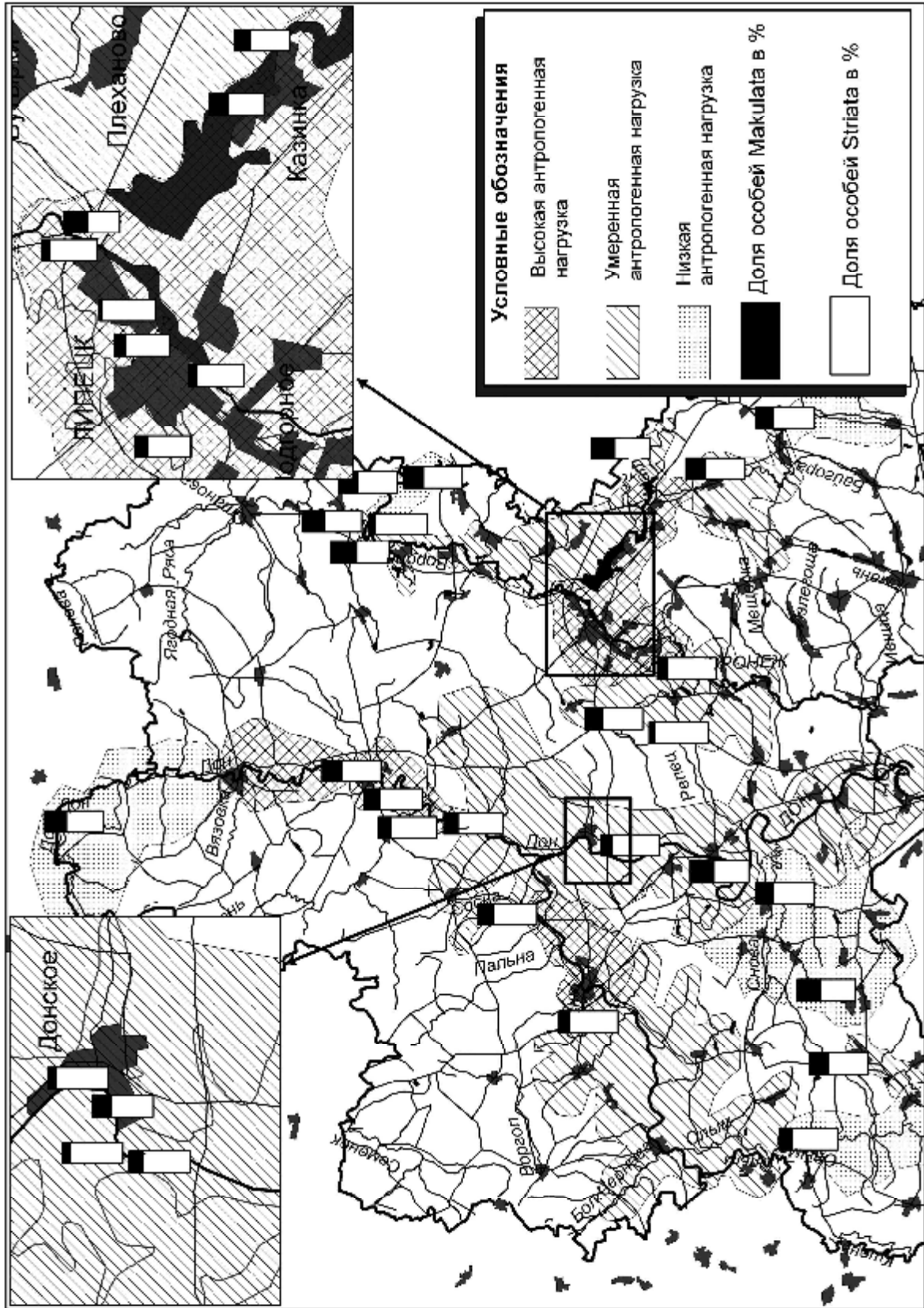


Рис. 4. Карта-схема фенетической структуры группировок озерной лягушки (*R. ridibunda*) на территории Липецкой области

## ГЛАВА 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОПУЛЯЦИЙ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ ДЛЯ БИОИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

### 7.1. Относительная численность лягушки, как индикаторный признак, отражающий состояние экосистем

Анализ относительной численности земноводных на реках Воронеж и Дон в проточных и стоячих водоемах показал зависимость этого показателя от степени антропогенной нагрузки на биотоп (рис. 5). По мере увеличения антропогенного воздействия относительная численность земноводных уменьшается.

В тоже время, наблюдаемые на отдельных участках с умеренной антропогенной нагрузкой колебания относительной численности земноводных, видимо, обусловлены целым рядом особенностей рассматриваемых мест обитания.

Таким образом, показатель относительной численности озерной лягушки возможно использовать в качестве биоиндикационного лишь для определения водоемов с высоким уровнем антропогенного воздействия, в остальных случаях этот показатель может использоваться лишь в совокупности с другими показателями.

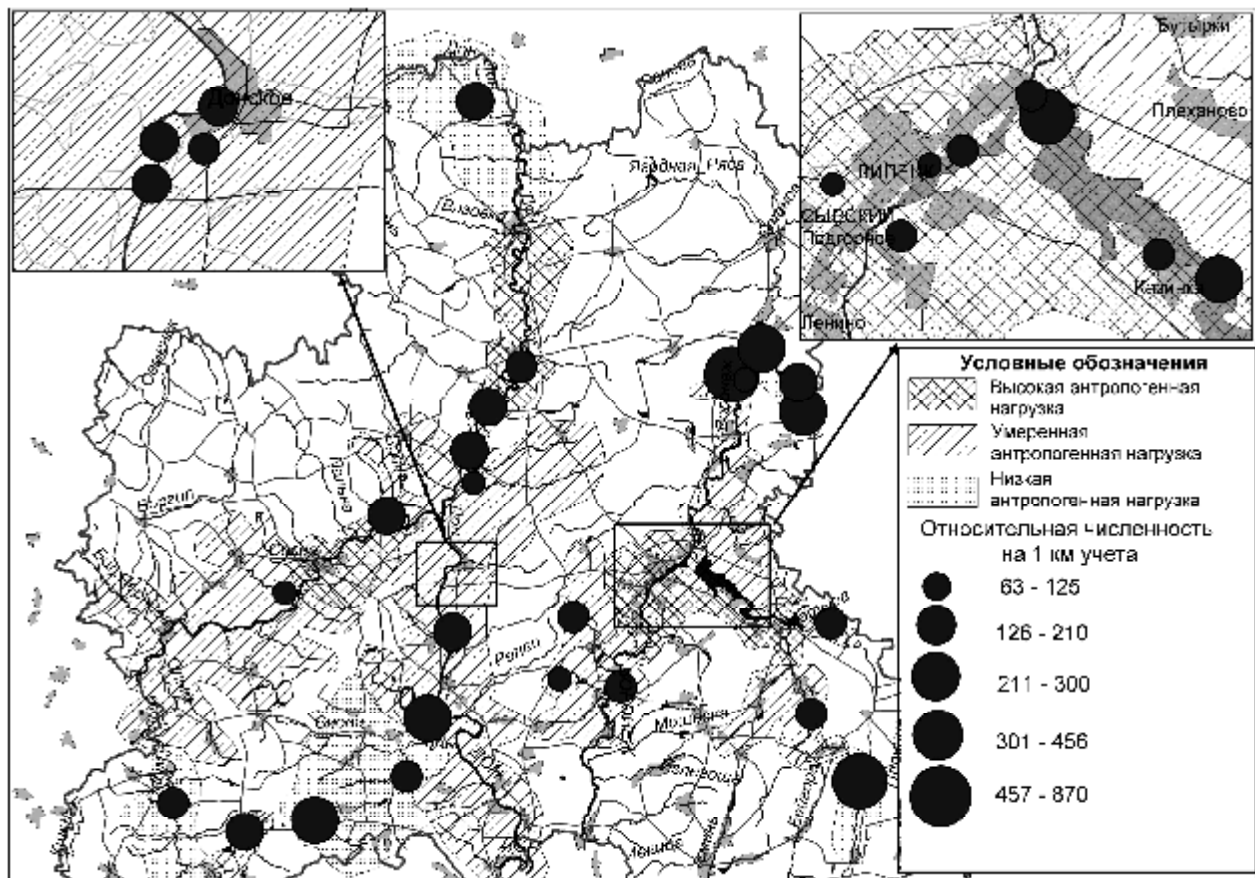


Рис.5. Карта-схема относительной численности озерной лягушки (*R. ridibunda*) на территории Липецкой области

### 7.2. Половая структура популяций озерной лягушки как биоиндикационный признак

Анализ половой структуры группировок озерной лягушки показал, высокий уровень изменчивости на разных участках реки, что, видимо, определяется комплексом условий обитания (рис. 6).

Так, например, самки численно преобладают в местах с песчаным или илистым дном, густой или умеренной прибрежно-водной растительностью, где есть заводи и плавни. Доля самцов выше на участках с каменистым дном, скудной прибрежно-водной растительностью, а так же на участках интенсивно используемых в хозяйственных и рекреационных целях.

Таким образом, половая структура группировок озерной лягушки, как и плотность населения, может быть использована в качестве биоиндикационного признака, но с учетом влияния ряда других абиотических и биотических факторов среды.

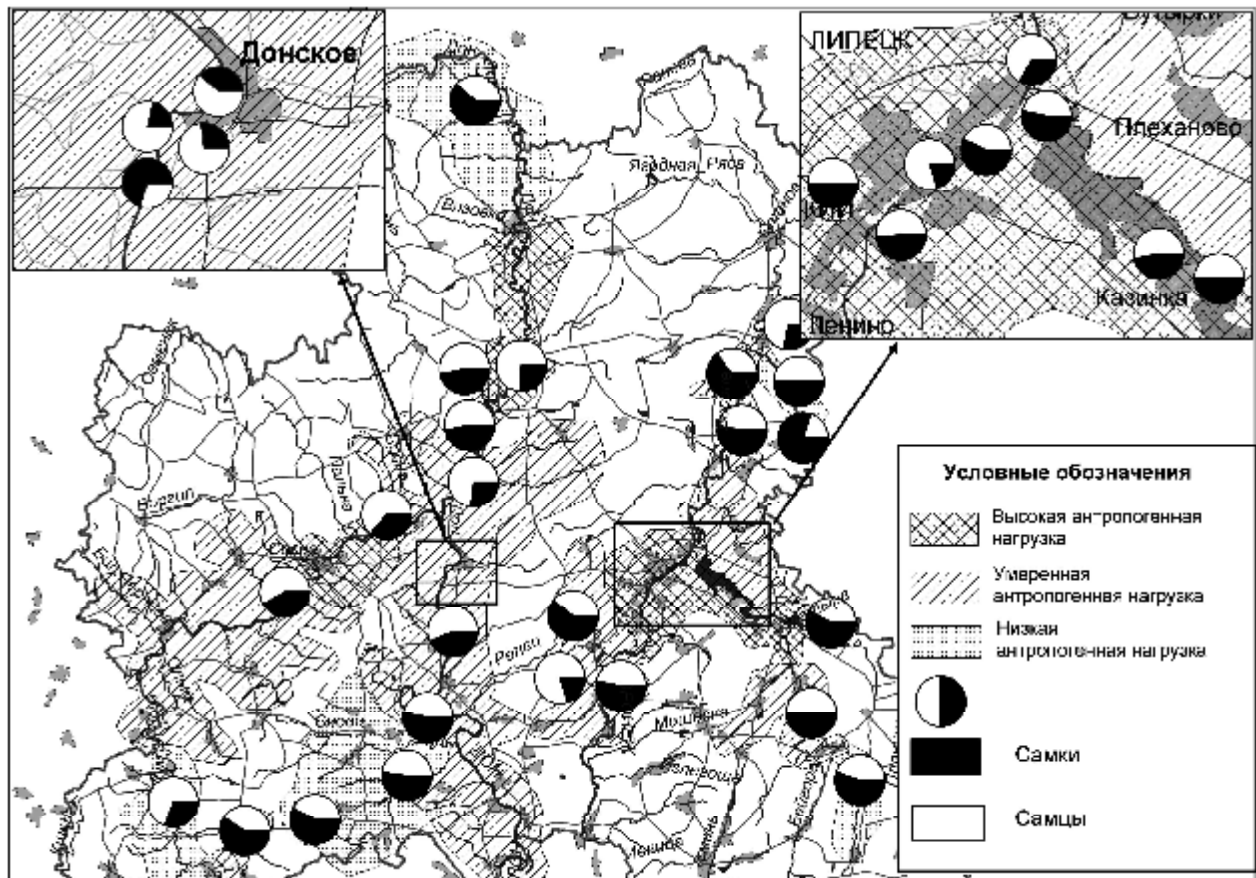


Рис. 6. Карта – схема половой структуры группировок озерной лягушки (*R. ridibunda*) на территории Липецкой области.

## ГЛАВА 8. ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ В МЕСТАХ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Трофические связи озерной лягушки характеризуются значительной широтой и пластичностью. Спектр пищевых объектов во многом определяется особенностями рассматриваемых водоемов. Основу питания озерной лягушки, независимо от степени антропогенной нагрузки на биотоп, составляют моллюски (34,5%), жесткокрылые (27,1%), пауки (9,5%), полужесткокрылые (7,0%) и стрекозы (6,9%). Доля остальных групп в трофическом спектре незначительна.

Изучение пищевого спектра сопряжено с определенным ущербом для популяций земноводных, поэтому как метод биоиндикации его использование нецелесообразно.

## ГЛАВА 9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУППИРОВОК ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Каждый, из рассмотренных нами методов биоиндикации может быть использован независимо от других. В тоже время, ни один из этих методов, в силу ряда ограничений, не дает точной оценки состояния среды. Более того, в ряде случаев на анализируемые признаки наибольшее влияние оказывает не степень нарушенности экосистем человеком, а разнообразные физико-географические и биотические особенности мест обитания земноводных.

В связи с этим, для оценки уровня антропогенного воздействия на водные экосистемы перспективно использование не отдельных эколого-морфологических характеристик группировок озерной лягушки, а их комплекса. Такой подход позволит дать более точную оценку состояния водных экосистем (рис. 7). Незначительные отклонения отдельных показателей, связанные с воздействием разнообразных природных факторов при комплексной оценке могут быть успешно скомпенсированы за счет других характеристик данной группировки.

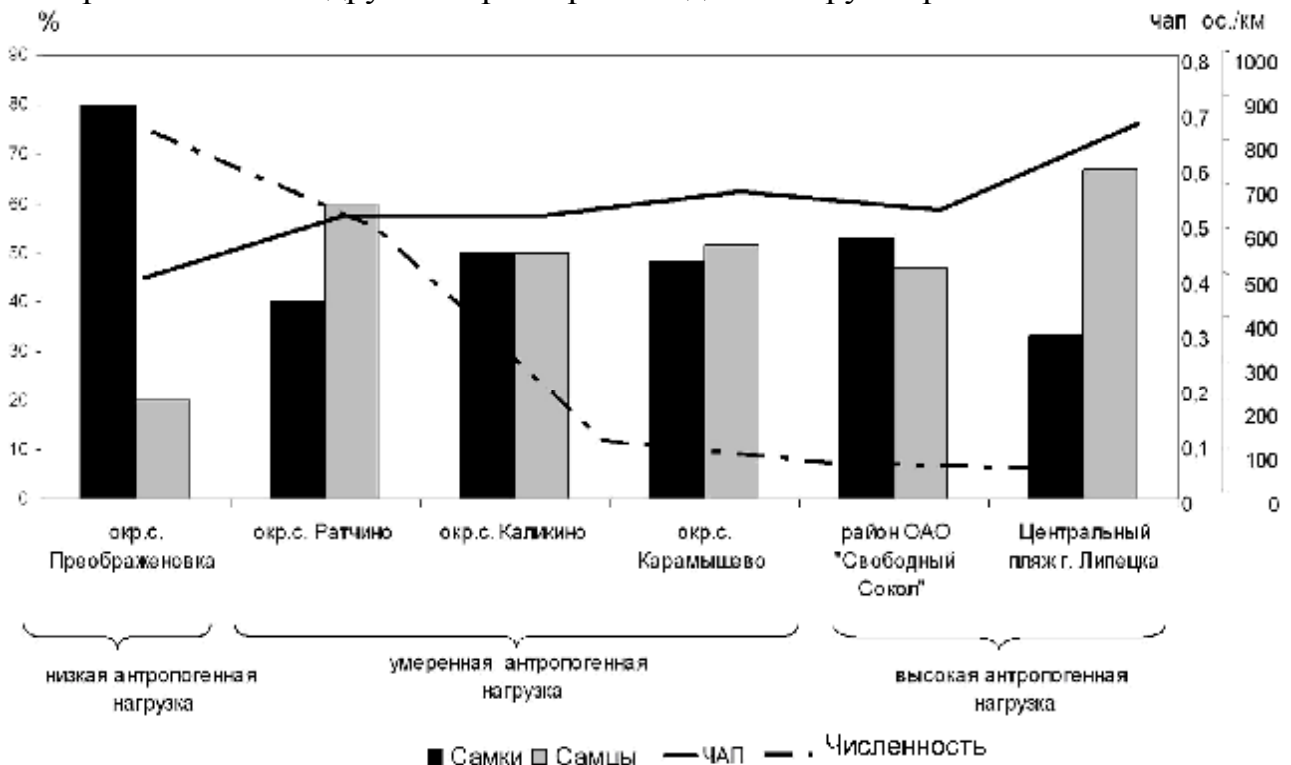


Рис. 7. Плотность населения, половая структура группировок и показатель асимметрии озерной лягушки на проточных водоемах бассейна р. Воронеж с разным уровнем антропогенного воздействия.

## ВЫВОДЫ

1. Химический анализ воды и ила не отражает реального содержания солей тяжелых металлов в биоте наблюдаемых водоемов. Наиболее надежным индикатором геохимического неблагополучия водной экосистемы является печень озерной лягушки.

2. Линейные размеры озерной лягушки и их изменчивость пригодны в качестве биоиндикационных признаков, но использование их должно производиться с учетом воздействия ряда гидрологических и гидрохимических особенностей населенных земноводными биотопов.

3. Экспресс-оценка состояния водных экосистем по показателю стабильности развития является хорошим дополнением к химическим анализам, т.к. отражает долговременное влияние условий среды на живые организмы.

4. Генетический полиморфизм группировок озерной лягушки отражает состояние среды обитания популяции и может быть использован как один из показателей в совокупности с другими методами биоиндикации.

5. Относительная численность и половая структура группировок озерной лягушки могут быть использованы в качестве биоиндикационных признаков с учетом воздействия на эти показатели других факторов среды помимо антропогенного воздействия. При использовании данных показателей предварительная оценка состояния водоема может быть произведена за очень короткий срок и без изъятия животных из их среды обитания.

6. Основу питания озерной лягушки, независимо от степени антропогенной нагрузки на биотоп, составляют моллюски (34,5%), жесткокрылые (27,1%), пауки (9,5%), полужесткокрылые (7,0%) и стрекозы (6,9%). Изучение пищевого спектра сопряжено с определенным ущербом для популяций земноводных, поэтому как метод биоиндикации его использование нецелесообразно.

7. Анализ нескольких показателей, отражающих эколого-морфологические характеристики группировок озерной лягушки, позволяет дать более точную оценку состояния водной экосистемы. Незначительные отклонения отдельных показателей, связанные с воздействием разнообразных природных факторов при комплексной оценке могут быть успешно скомпенсированы за счет других характеристик данной группировки.



## Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Никашин И.А. Особенности питания озерной лягушки на трёх участках реки Дон / И.А. Никашин // Вопросы естествознания: сб. науч. трудов./ Липецк. гос. пед. ун-т, - Липецк, 1999. - С. 169-172.
2. Никашин И.А. Особенности питания прудовой (*Rana esculenta*) и травяной (*R. temporaria*) лягушек / И.А. Никашин, Е.Н. Языков, М.Н. Цуриков // Вопросы естествознания - Липецк, 2001. - С. 18–20.
3. Никашин И. А. Некоторые половые особенности морфологических характеристик озерной лягушки / И.А. Никашин / Вопросы естествознания: сб. науч. трудов./ Липецк. гос. пед. ун-т, - Липецк, 2001. – С. 87-89.
4. Никашин И.А. Видовые и биотопические особенности проявления асимметрии у земноводных и пресмыкающихся / И.А. Никашин, Ю.Э. Шубина, Е.Н. Моисеева // Вопросы естествознания - Липецк, 2002. - С.30–33.
5. Никашин И.А. Фенетическая структура биотопических группировок озерной лягушки среднего Дона / И.А. Никашин / Вопросы естествознания: сб. науч. трудов./ Липецк. гос. пед. ун-т, - Липецк, 2003. – С. 42–44.
6. Никашин И.А. К вопросу о биотопических особенностях питания озерной лягушки (*Rana ridibunda*) / И.А. Никашин, Ю.Э. Шубина, И.В. Бардина// Вопросы естествознания - Липецк, 2004. - С.12–16.
7. Никашин И.А. Озерная лягушка как биоиндикатор загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / И.А. Никашин // Материалы международной научно-практической конференции «Экология, окружающая среда и здоровье населения Центрального Черноземья»: тез. докл. науч.-практ. конф. часть II. Курск, 2005 г. – С. 143-144.
8. Никашин И.А. Оценка состояния водных экосистем по некоторым эколого – морфологическим признакам озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) / И.А. Никашин // Проблемы региональной экологии. – М., 2007. – вып. 4. – С.103-106.