

В. Л. ВЕРШИНИН

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕГОЛЕТОК БУРЫХ ЛЯГУШЕК НА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ

Экологические особенности роста и развития животных формируют популяционную специфику, проявляющуюся в ряд особенностей, к которым относится и такой показатель, как относительный вес некоторых органов (Шварц и др., 1968).

Известно, что биогеохимические аномалии могут приводить к существенным изменениям индексов внутренних органов (Шварц, 1954) в ту или иную сторону, в зависимости от микроэлементного фона среды. Относительный вес печени — яркий показатель содержания микроэлементов в среде обитания (Петров, Шарыгин, 1981). Анализ морфологических и цитологических показателей печени сеголеток остромордой лягушки может быть использован для оценки состояния популяций амфибий в систем экологического мониторинга. В условиях сильного промышленного загрязнения у сеголеток озерной лягушки отмечается увеличение индексов печени, сердца и почек (Мисюра, 1989). На изменение индекса печени, кроме того, может быть вызвано голоданием, хотя для амфибий характерна незначительная потеря веса печени при голодании. Изменения условий среды, требующие повышения уровня метаболизма, ведут, кроме того, к интенсификации функций сердца и увеличению значений его индекса (Шварц и др., 1968).

Территории городских агломераций представляют собой пространства, обладающие значительной биогеохимической спецификой, возникшей в результате промышленного загрязнения (Шарыгин, 1980; Петров, Шарыгин, 1981). Частая посещаемость таких мест людьми приводит к изменению поведенческих особенностей животных (Шарыгин, Ушаков, 1979; Лебединский, 1984) выражающихся в изменении времени активности, сокращении расстояния испуга. Повышенное беспокойство нередко связан с дополнительной двигательной активностью, по-видимому, способствующей увеличению индекса сердца (Вершинин, 1985)

В течение значительного промежутка времени (1977—1990 гг.) мы осуществляли сбор данных по ряду популяционных показателей бурых лягушек, обитающих на территории городской агломерации и за ее пределами, в число которых входили морфо физиологические индексы сеголеток. Предварительные результаты позволяли говорить только о высоких значениях относительного веса сердца у сеголеток остромордой лягушки на всей территории города. Увеличение индексов печени на отдельных, сильно загрязненных, участках было отмечено лишь у взрослых животных (Вершинин, 1983).

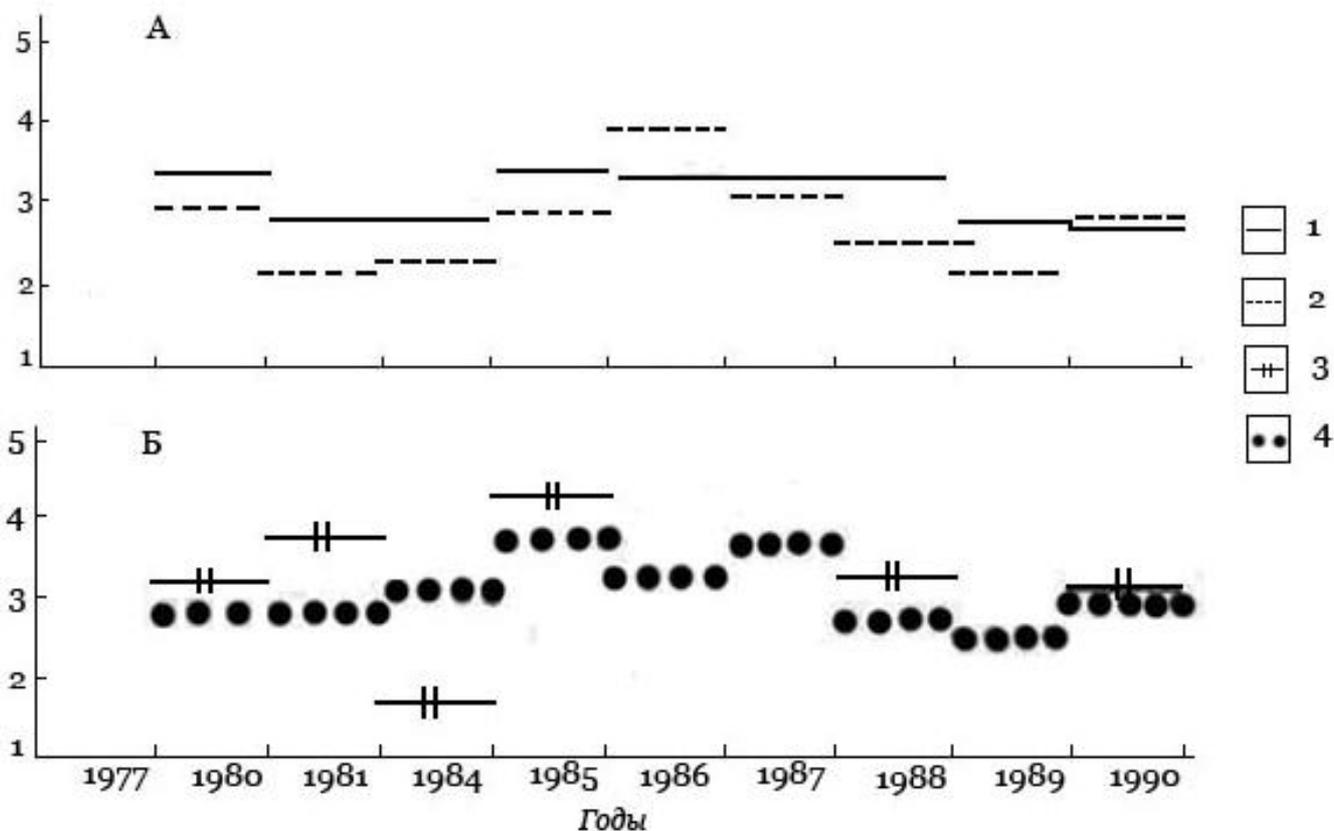


Рис. 1. Динимика значений индексов сердца
 А - *R. arvalis*: 1 - городские, 2 - загородные популяции; Б - *R. temporaria*:
 3 - популяции зоны многоэтажной, 4 - малоэтажной застройки

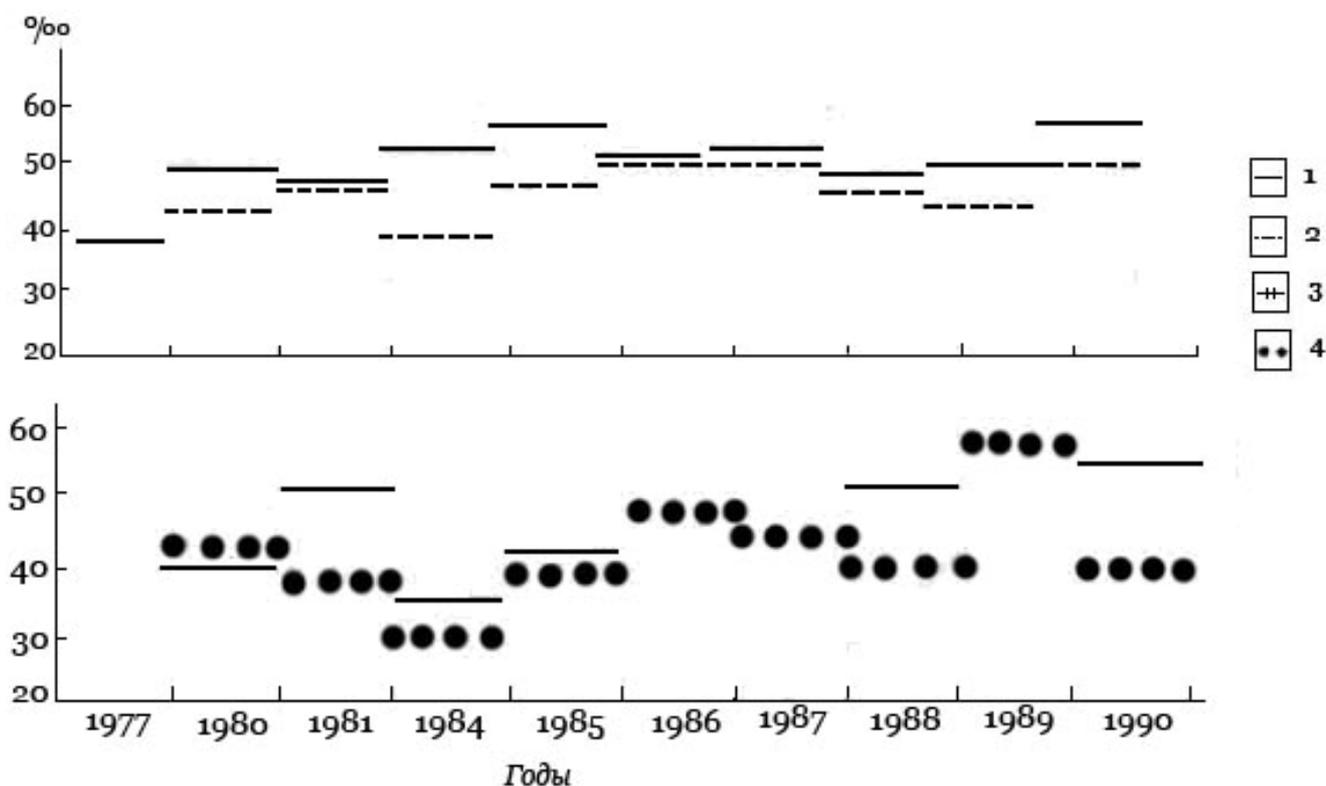


Рис. 2. Динамика значений индексов печени
 А - *R. arvalis*: 1 - городские, 2 - загородные популяции; Б - *R. temporaria*:
 3 - популяции зоны многоэтажной, 4 - малоэтажной застройки

Таблица 1

Морфологические индексы сеголеток *R. arvalis*

| Городская территория | | Загородный участок | | |
|----------------------|----------|--------------------|----------|-----------|
| Год | Индекс | | | |
| | Her % 0 | Cor % 0 | Her % 0 | Cor % 0 |
| 1977 | 36,3±0,8 | Нет свед. | 37,5±1,2 | Нет свед. |
| | n = 63 | | n = 24 | |
| 1980 | 47,8±4,3 | 3,4±0,12 | 42,0±1,7 | 2,9±0,2 |
| | n = 117 | n = 117 | n = 41 | n = 41 |
| 1981 | 46,5±1,0 | 2,8±0,08 | 45,5±1,4 | 2,2±0,1 |
| | n = 140 | n = 140 | n = 60 | n = 60 |
| 1984 | 52,4±0,8 | 2,8±0,05 | 38,5±1,4 | 2,3±0,1 |
| | n = 243 | n = 243 | n = 35 | n = 35 |
| 1985 | 55,3±0,8 | 3,4±0,05 | 47,1±1,5 | 2,9±0,1 |
| | n = 216 | n = 216 | n = 49 | n = 49 |
| 1986 | 51,2±1,5 | 3,34±0,1 | 50,7±1,9 | 3,9±0,2 |
| | n = 105 | n = 105 | n = 60 | n = 60 |
| 1987 | 52,9±1,9 | 3,3±0,04 | 51,2±1,8 | 3,1±0,1 |
| | n = 227 | n = 227 | n = 60 | n = 60 |
| 1988 | 49,4±0,7 | 3,3±0,04 | 46,6±1,4 | 2,5±0,1 |
| | n = 272 | n = 272 | n = 57 | n = 57 |
| 1989 | 50,9±0,1 | 2,8±0,06 | 46,6±1,4 | 2,2±0,1 |
| | n = 160 | n = 160 | n = 90 | n = 90 |
| 1990 | 57,8±0,9 | 2,7±0,05 | 51,5±1,3 | 2,8±0,1 |
| | n = 207 | n = 207 | n = 30 | n = 30 |

Таблица 2

Морфологические индексы сеголеток *R. temporaria*

| Городская территория | | Загородный участок | | |
|----------------------|--------------|--------------------|----------|---------|
| Год | Индекс | | | |
| | Her % 0 | Cor % 0 | Her % 0 | Cor % 0 |
| 1977 | Нет сведений | | | |
| 1980 | 39,6±2,2 | 3,2±0,18 | 42,2±2,2 | 2,8±0,1 |
| | n = 21 | n = 21 | n = 59 | n = 59 |
| 1981 | 51,8±2,1 | 3,7±0,14 | 37,9±1,0 | 2,8±0,1 |
| | n = 16 | n = 16 | n = 86 | n = 86 |
| 1984 | 35,7±1,5 | 1,6±0,17 | 30,5±1,0 | 3,0±0,1 |
| | n = 27 | n = 27 | n = 58 | n = 58 |
| 1985 | 42,7±1,7 | 4,2±0,16 | 39,8±1,0 | 3,7±0,1 |
| | n = 28 | n = 28 | n = 64 | n = 64 |
| 1986 | Нет свед. | Нет свед. | 48,9±3,5 | 3,2±0,3 |
| | | | n = 14 | n = 14 |
| 1987 | Нет свед. | Нет свед. | 45,5±1,7 | 3,6±0,1 |
| | | | n = 60 | n = 60 |
| 1988 | 53,1±2,1 | 3,2±0,13 | 41,7±1,8 | 2,7±0,1 |
| | n = 21 | n = 21 | n = 52 | n = 52 |
| 1989 | Нет свед. | Нет свед. | 60,6±3,9 | 2,5±0,1 |
| | | | n = 30 | n = 30 |
| 1990 | 57,6±3,0 | 3,0±0,2 | 41,9±1,8 | 3,0±0,2 |
| | n = 20 | n = 20 | n = 61 | n = 61 |

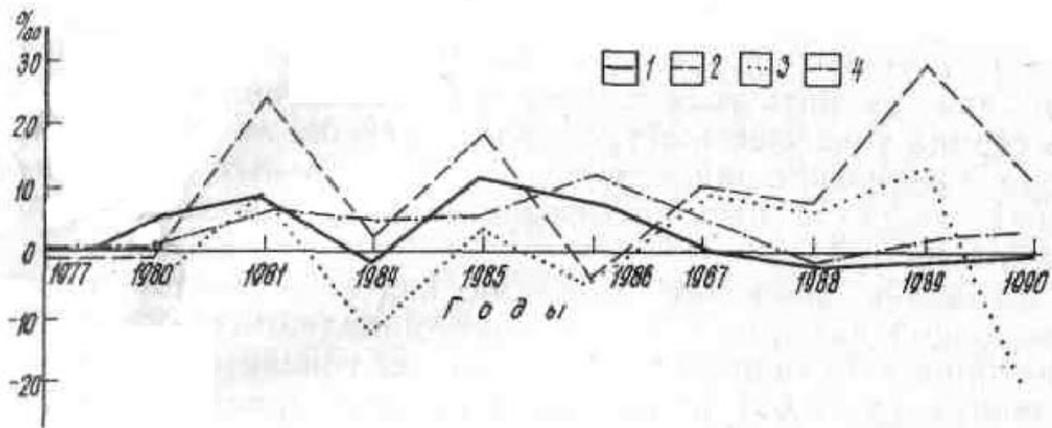


Рис. 3. Динамика разности значений индекса печени у сеголеток *R. arvalis*
 1 — загородная популяция, 2 — зона многоэтажной, 3 — малоэтажной застройки, 4 — лесопарк

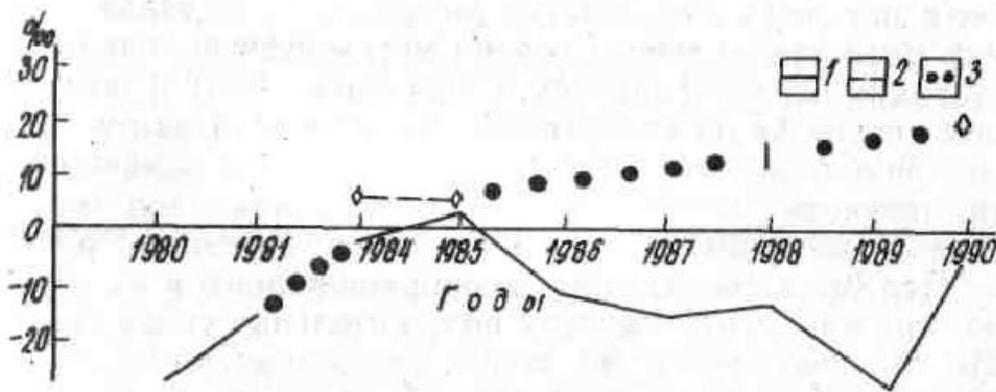


Рис. 4. Динамика разности значений индекса печени у сеголеток *R. temporaria*.
 1 — зона малоэтажной, 2 — многоэтажной застройки, 3 — интервалы по которым нет данных.

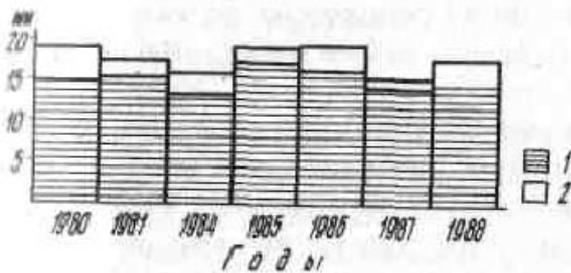


Рис. 5. Средняя длина тела сеголеток *R. arvalis*

1 — загородная популяция,
 2 — зона многоэтажной застройки.

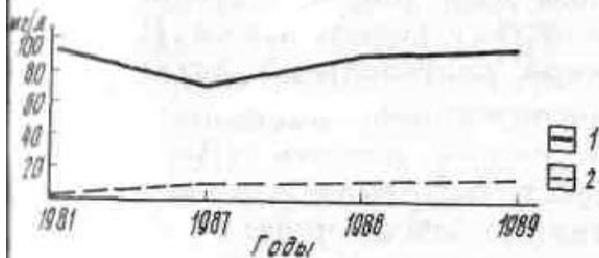


Рис. 6. Уровень загрязненности водоемов сульфатами

1 — зона многоэтажной застройки,
 2 — загородный участок.

Сравнение динамики значений индексов сердца сеголеток остромордой лягушки в популяциях, находящихся на городской территории и за ее пределами, позволяет говорить об имеющихся различиях ($p=0,05$) в этих двух группах (рис. 1, табл. 1, 2).

Анализ динамики индексов Нер % 0 сеголеток остромордой лягушки в городской черте и за городом (несмотря на близость значений в зонах с разным уровнем антропогенного воздействия) выявил существенные ($p=0,05$) различия, индексы печени *Rana arvalis* из популяций, находящихся на городских территориях, несколько выше, чем у животных из загородной популяции (рис. 2). Динамика разности индексов печени метаморфизировавших животных (стадия 53, по Дабагяну, Слепцовой, 1975) и животных, достигших стадии 54 за те же годы, представлена на рис. 3. Отмечено наличие положительной связи ($r=0,57$; $t_2=1,6$) динамики разности индексов Нер % 0 сеголеток популяций зон много- и малоэтажной застройки. Иначе выглядит динамика разности индексов Нер % 0 в популяциях лесопарковой зоны и за городом, между которыми также отмечена положительная связь ($r=0,62$; $t_2=2,25$).

Сравнение динамики индексов сердца и печени за 1980—1990 гг. у сеголеток травяной лягушки из популяций зон много- и малоэтажной застройки не выявило значимых различий по этим показателям, тогда как между динамикой разности индексов печени метаморфизировавших животных и проживших две недели на: суше, отмечена положительная связь ($r=0,56$; $t_2=0,63$; рис. 4).

Высокие значения индекса сердца у сеголеток остромордой лягушки в популяции городской черты, на наш взгляд, отражают рост двигательной активности личинок и сеголеток, вызванной частой посещаемостью мест обитания. Это предположение подтвердилось при исследовании константы аккомодации мышечной ткани взрослых остромордых лягушек (Вершинин, Терешин, 1989). Установлено, что животные из городских популяций обладают низкой мышечной возбудимостью (высоким порогом возбуждения), что отмечается при усилении фактора беспокойства. Из экспериментальных исследований известно, что загрязнение пестицидами вызывает гиперактивность у головастиков (Cooke, 1971), а вариабельность спонтанной двигательной активности личинок увеличивается в воде, загрязненной свинцом (Taylor, Steele, Strickler-Shaw, 1990). По нашим данным (Вершинин, 1990), загрязнение свинцом нерестовых водоемов достигает 3 ПДК. Отличий в динамике значений индекса сердца у сеголеток *R. temporaria* из популяций зон много- и малоэтажной застройки не выявлено, так как все они обитают на городской территории. Различия по индексу печени у сеголеток из городских и загородной популяции *R. arvalis*, по видимому, объясняются, с одной стороны, тем, что сеголетки из популяций, подверженных наибольшему антропогенному прессу, имеют достоверно более крупные размеры тела (Вершинин, 1987а) (рис. 5), так как известно, что у крупных животных отмечается тенденция к росту относительного веса печени (Шварц и др., 1968)

Приведем среднюю длину тела сеголеток *R. arvalis*, мм:

| | 1980 | 1981 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|-----------------------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Зона многоэтажной застройки | 18,5±0,48 | 17,1±0,3 | 15,4±0,35 | 18,5±0,4 | 18,6±0,3 | 14,9±0,2 | 17,3±0,2 |
| | n = 65 | n = 103 | n = 64 | n = 27 | n = 64 | n = 64 | n = 104 |
| Загородная популяция | 14,5±0,16 | 15,0±0,2 | 12,9±0,26 | 16,8±0,2 | 15,7±0,2 | 13,9±0,2 | 15,0±0,1 |
| | n = 90 | n = 190 | n = 35 | n = 49 | n = 60 | n = 60 | n = 57 |

С другой стороны, это может быть следствием значительных изменений химического фона городской среды (рис. 6; чтобы не усложнять картину, мы приводим здесь только динамику загрязнения по сульфатам) (Вершинин, 1985, 1987б, 1990).

В популяциях *R. arvalis* на городской территории высока встречаемость морфы *striata*, обладающей высоким уровнем обменных процессов (Добринский, Малафеев, 1974). Животные этой морфы также имеют большой индекс печени (Шварц, Ищенко, 1968); как уже отмечалось, высокий уровень обменных процессов также способствует увеличению значений индекса сердца. Хотя относительный, вес сердца оказался более чувствительным показателем, измененным на всей городской территории, физиологические особенности животных популяций городской черты накладывают отпечаток и на динамику разности индексов печени метаморфизировавшихся (стадия 53) и достигших стадии 54 сеголеток *R. arvalis*, и *R. temporaria*. Причем разброс значений этого показателя значительно выше в популяциях зон много- и малоэтажной застройки (в сравнении с животными из загородной популяции и лесопарка), что, по нашему мнению, отражает большую нестабильность и разнородность условий обитания в городской черте.

Наличие положительной связи между динамикой данного показателя у сеголеток *R. temporaria* в зонах много- и малоэтажной застройки говорит о сходстве этого процесса у двух рассматриваемых видов, несмотря на большую чувствительность травяной лягушки (Вершинин, 1987а) к негативным изменениям среды в зоне многоэтажной застройки в сравнении с остромордой.

Анализ многолетней динамики данных показателей не только свидетельствует о наличии ряда взаимосвязанных морфофизиологических особенностей у животных из популяций, расположенных на городской территории, но и позволяет говорить о специфической динамике этих показателей. Они связаны, на наш взгляд, как с различиями в уровне обменных процессов, физиологическими адаптациями, ведущими к дополнительным энергозатратам (Шварц, 1980), адаптациями других уровней, так и с изменениями химического фона городских территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вершинин В. Л. Видовой состав и биологические особенности амфибий ряда промышленных городов Урала: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1983.

Вершинин В. Л. Материалы по росту и развитию амфибий в условиях большого города // Экологические аспекты роста и развития животных. Свердловск, 1985. С. 61—75.

Вершинин В. Л. Адаптивные особенности группировок остромордой лягушки в условиях крупного города // Экология. 1987а. № 1. С. 46—50.

Вершинин В. Л. Некоторые особенности фенетической структуры группировок остромордой лягушки в условиях промышленного города // Влияние условий среды на динамику структуры и численности популяций животных. Свердловск, 1987б. С. 74—79.

Вершинин В. Л. О распространении озерной лягушки в городе Свердловске // Экология. 1990. № 2. С. 67—71.

Вершинин В. Л., Терешин С. Ю. О возможности использования теста на функциональное состояние возбудимых тканей амфибий для контроля качества среды // Актуальные проблемы экологии: экологические системы в естественных и антропогенных условиях среды. Свердловск, 1989. С. 15—16.

Вершинин В. Л. Уровень рекреационной нагрузки и состояние популяций сибирского углозуба // Животные в условиях антропогенного ландшафта. Свердловск, 1990. С. 25—30.

- Дабагян Н.В., Слепцова Л.А. Травяная лягушка *Rana tem poraria* L. // Объекты биологии развития. М., 1975. С. 442—462.
- Добринский Л.Н., Малафеев Ю.М. Методика изучения интенсивности выделения углекислого газа мелкими пойкилотермными животными с помощью оптико-акустического газоанализатора // Экология. 1974. № 1. С. 73—78.
- Лебединский А.А. Об адаптациях амфибий к условиям урбанизированной территории // Проблемы региональной экологии животных в цикле зоологических дисциплин педвуза. Витебск, 1984. С. 106.
- Мисюра А.Н. Экология фоновых видов амфибий Центрального Приднепровья в условиях промышленного загрязнения водоемов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Днепропетровск, 1989.
- Петров В.С., Шарыгин С.А. О возможности использования амфибий и рептилий для индикации загрязнения окружающей среды // Наземные и водные экосистемы. Горький, 1981. С. 41 – 48
- Шарыгин С.А. Микроэлементы в организме некоторых амфибий и рептилий и их динамика под влиянием антропогенных факторов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск. 1980
- Шарыгин С.А., Ушаков В.А. Амфибии и рептилии в крупных городах // Эколого-фаунистические исследования в нечерноземной зоне РСФСР. Саранск, 1979. Вып. 2. С. 83 – 96
- Шварц С.С. Влияние микроэлементов на животных в естественных условиях рудного поля // Тр. Биогеохимической лаборатории АН СССР. 1954. Т.10. С. 76 – 81
- Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980
- Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных: Тр. Института экологии растений и животных. Свердловск. 1968. Вып. 58
- Шварц С.С., Ищенко В.Г., Динамика генетического состава популяции остромордой лягушки // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1968. Т.73. №3. С. 127 – 134
- Taylor D.H., Steele C.W., Strickler-Shaw S. Responses of green frog (*Rana clamitans*) tadpoles to lead-polluted water // Environ. Toxicol. and Chem. 1990. V.9. №1. P. 87 – 93
- Cooke A.S. Selective predation by newts on frog tadpoles treated with DDT // Nature. 1971. V. 229, №5282. P. 275 – 276.