

УДК 591.597.6

ВИДОВОЙ КОМПЛЕКС АМФИБИЙ В ЭКОСИСТЕМАХ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА¹

© 1995 г. В. Л. Вершинин

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург

Поступила в редакцию 22.12.92 г.

Более 10 лет изучались популяции амфибий, населяющих городские территории (*Amphibia, Anura, Ranidae: Rana arvalis, R. temporaria, R. ridibunda; Caudata, Salamandridae: Triturus vulgaris; Hynobiidae: Salamandrella keyserlingii*). Уровень загрязненности водоемов за этот срок остался тем же, усилилась эвтрофикация. Наряду с сокращением численности и числа мест обитания, изменилось соотношение видов, видовой состав, увеличилась встречаемость патологий, снизилась средняя плодовитость, изменился фенооблик популяций, появились адаптивные особенности, которые могут быть использованы в экологическом мониторинге.

Сравнительно давно (Шварц, 1976) известно, что человеческая деятельность в планетарных масштабах приводит к существенным изменениям в популяциях, но микроэволюционные последствия глобальной деятельности человека во многом остаются непредсказуемыми, а зачастую и неизвестными. Настоящая работа представляет собой обобщение результатов многолетнего исследования, выполненного на видовом комплексе земноводных, обитающих в условиях урбанизации, сочетающейся с высокоразвитым промышленным производством, существующим на Урале более 260 лет. Это позволяет оценить уровень произошедших изменений, а также установить некоторые общие закономерности трансформации и функционирования сообществ, сопутствующие урбанизации.

Поскольку земноводные выступают консументами нескольких порядков и являются связующим звеном в трофических цепях пресноводных водоемов и экосистем суши, а также в силу своих биологических особенностей они – наиболее удобный объект среди наземных позвоночных для оценки антропогенных изменений среды. Численность личиночных поселений амфибий позволяет собрать необходимое количество материала. Относительно высокая толерантность земноводных дает возможность им существовать там, где другие позвоночные отсутствуют. В течение всей жизни амфибии привязаны к сравнительно небольшой по площади территории, в отличие, например, от птиц. Большая продолжительность жизни земноводных в сравнении с мышевидными грызунами позволяет наблюдать результат длительного воздействия антропогенных факторов на организм.

¹Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 93-04-7888).

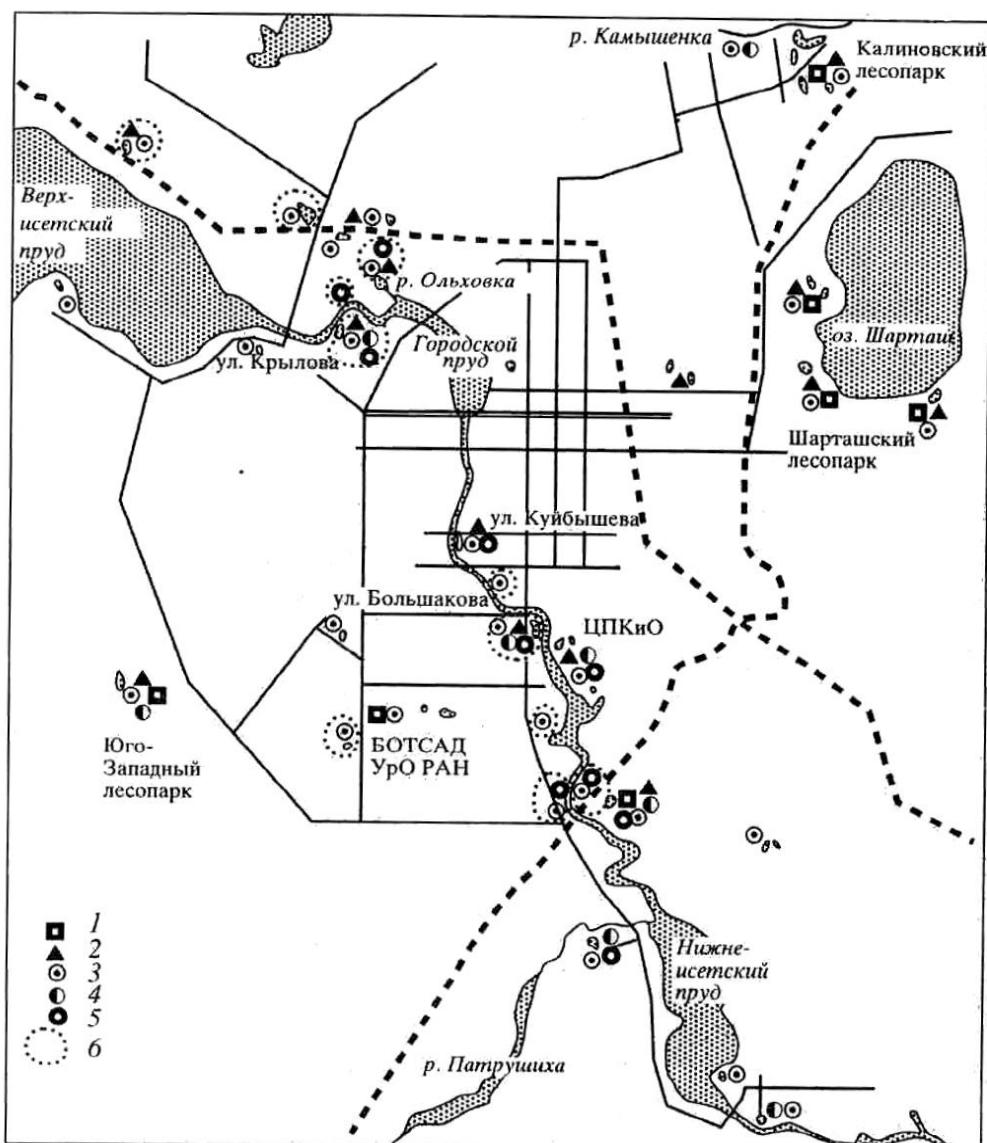
МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор данных в пределах городской агломерации г. Екатеринбурга и на прилегающих территориях осуществлялся с 1977 по 1991 г. При сборе и обработке материала использовались стандартные зоологические методики. За время работы составлен кадастр мест обитания земноводных на городской территории, изучен их видовой состав, разработана и проведена комплексная оценка состояния среды мест обитания. Гидрохимические анализы водоемов выполнены в проектно-технологическом бюро при УралНИИВХ.

В настоящей статье анализируются многолетние материалы, полученные на одних и тех же популяциях, так как, наряду с особенностями видового состава, пространственной структуры популяции и фенотипической специфики городских изолятов, которые могут быть установлены за довольно короткий период, существуют особенности, которые становятся заметны в результате продолжительных систематических наблюдений. Правомочность выбора критериев, используемых в практике экологического мониторинга, также требует комплексных длительных исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Распределение амфибий по городской территории мозаично и неравномерно (см. рисунок). Малые водоемы, служащие местами размножения и обитания земноводных, более чем в половине случаев имеют техногенное происхождение. Во встречаемости видов на территории города за период наблюдений произошли изменения. Так, если до 1984 - 1985 гг. по широте распространения в городской черте Екатеринбурга виды (в порядке убывания) располагались следующим



Распространение амфибий в городской черте г. Екатеринбурга: 1 – сибирский углозуб, 2 – обыкновенный тритон, 3 – остромордая лягушка, 4 – травяная лягушка, 5 – озерная лягушка, 6 – исчезнувшие местообитания.

образом: остромордая лягушка, травяная лягушка, обыкновенный тритон, сибирский углозуб, озерная лягушка, то к 1990 г. эта последовательность изменилась – остромордая лягушка, травяная лягушка, озерная лягушка и обыкновенный тритон, сибирский углозуб (из-за деградации мест обитания тритонов и расселения озерной лягушки). Из 27 мест обитания амфибий в городской черте и пригороде, существовавших к началу исследований, 11 из них уже уничтожены в ходе хозяйственной деятельности (4 из них – осенью 1990 г.), а в двух исчезли земноводные. Это связано с тем, что строительство городских объектов и хозяйственная деятельность по-прежнему ведутся без учета животного населения территории и какой бы то ни было экологической экспертизы.

По уровню загрязненности городских и пригородных территорий существенных изменений за

истекшее десятилетие не произошло (табл. 1). Концентрации сульфатов и нефтепродуктов в водоемах, как и раньше, на порядок выше, чем в загородных водоемах. В местообитаниях зоны многоэтажной застройки значителен уровень синтетических поверхностно-активных веществ (табл. 2), а концентрации свинца в большинстве случаев превышают предельно допустимые. Возросло содержание кислородосъемной органики (показатель БПК₅) в водоемах всех зон города, что свидетельствует об усиливающейся эвтрофикации (см. табл. 1).

Численность популяций аборигенных видов, населяющих зону многоэтажной застройки, за 10 лет повсеместно сократилась (табл. 3). В зоне малоэтажной застройки тенденция к снижению численности сохранилась (кроме одной популяции травяной лягушки и интродуцента *Rana ridibunda*).

Таблица 1. Некоторые гидрохимические показатели водоемов, мг/л

Зона	1981 г.			1989 г.		
	сульфаты	нефтепродукты	БПК ₅	сульфаты	нефтепродукты	БПК ₅
Многоэтажная застройка	94	3.3	6	95	2.3	9
Малоэтажная застройка	6	1.7	4	25	0.75	10
Лесопарк	36	0.98	4	20	0.5	7
Загородный участок	6.4	0.88	5	9.6	0.58	5

Таблица 2. Пределы изменения гидрохимических показателей нерестовых водоемов

Зона	pH	Поверхностно-активные в-ва, мг/л	Концентрация Pb, мг/л	Общая минерализация, г/л
Многоэтажная застройка	6.0 - 8.4	0.18 - 4.20	0.03 - 0.19	0.4198 - 0.8157
Малоэтажная застройка	6.0 - 8.3	0.12 - 0.62	0.02 - 0.08	0.3174 - 0.5668
Лесопарк	5.2 - 8.2	0.18 - 0.64	0.03 - 0.37	0.0714 - 0.4867
Загородный участок	5.8 - 8.2	0.08 - 0.4	0.03 - 0.06	0.1236 - 0.1584

Таблица 3. Изменение численности основных популяций амфибий за 10 лет

Зона	Местообитание	1980 г.					1990 г.				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Многоэтажная застройка	р. Ольховка	0	360	62	0	0	0	0	24	0	5
	ул. Крылова	0	138	10	14	100	0	36	8	9	10
	ул. Белинского	0	н.	14	4	15	0	30	26	8	28
Малоэтажная застройка	ул. Самолетная	27	154	132	16	2	4	40	72	10	7
	р. Патрушиха	0	0	13	206	0	0	0	40	604	6
Лесопарк	Шарташский	433	95	83	0	0	136	28	136	0	0
	Калиновский	363	217	31	0	0	406	183	94	0	0
Загородная популяция	Режевской тракт (24-й км)	163	35	176	0	0	144	50	826	0	0

Примечание: 1 – сибирский углозуб; 2 – обыкновенный тритон; 3 – остромордая лягушка; 4 – травяная лягушка; 5 – озерная лягушка; н. – нет данных.

В популяциях лесопаркового пояса изменения не столь однозначны. Так, численность вида-доминанта – остромордой лягушки – увеличилась (хотя в Шарташском лесопарке в сравнении с уровнем 1977 г. (250 экз.) осталась низкой). Обыкновенный тритон и сибирский углозуб стали реже встречаться в деградирующем и наиболее загрязненном Шарташском лесопарке, тогда как в Калиновском лесопарке численность углозуба возросла. В загородных популяциях существенные изменения отмечены только в популяции остромордой лягушки (численность возросла больше чем в 4.5 раза).

Репродуктивные возможности амфибий разных видов на городской территории существенно отличаются. Сибирский углозуб нормально воспроизводится только в лесопарковой зоне города,

так как он не переносит трансформации растительных сообществ и связанных с этим микроклиматических изменений (Ищенко, 1961; Банников и др., 1969). Обыкновенный тритон менее требователен к составу растительных сообществ – ему главным образом необходим козырек травянистой растительности, способствующий поддержанию влажности приземного слоя воздуха (Гаранин, Попов, 1958). Воспроизведение тритонов отсутствует только в сильно загрязненных городских водоемах (Вершинин, 1983). Популяции травяной лягушки могут довольно успешно существовать в городском ландшафте (Лебединский, 1984) при наличии непромерзающих, достаточно аэрируемых водоемов, необходимых для зимовки. Следует отметить меньшую экологическую пластичность и толерантность этого вида в сравнении с остромордой лягушкой (Вершинин,

Таблица 4. Верхний предел выживаемости в период метаморфоза в городских популяциях амфибий, % от количества отложенных икринок

Зона	Сибирский углозуб	Озерная лягушка	Остромордая лягушка	Травяная лягушка
Многоэтажная застройка	Не воспроизводится	57.7	5.0	2.5
Малоэтажная застройка	»	Не воспроизводится	2.3	2.0
Лесопарк	18.1	»	3.39	Нет данных
Загородная популяция	0.5 (Тагирова, 1979)	»	0.66	»

1987а; Вершинин, Трубецкая, 1992), что, вероятно, связано с преобладанием наследственной компоненты над средовой в процессе онтогенеза (Сурова, 1988). Наиболее успешно воспроизведяющийся на территории Екатеринбурга вид – остромордая лягушка, доминирующая и в естественных экосистемах Урала. Высокий полиморфизм и широкая норма реакции способствуют успеху в размножении и наибольшей распространенности остромордой лягушки в техногенных ландшафтах.

У интродуцированной в Екатеринбурге озерной лягушки даже в условиях теплового загрязнения водоемов размножение происходит не каждый год и не во всех изолятах (Вершинин, 1990а). За время наблюдений сеголетки отмечены в 1980, 1981, 1988 - 1991 гг. Известно, что в пределах своего ареала этот вид проявляет исключительную стойкость к загрязнению и антропогенной трансформации среды (Мисюра, 1989). Максимальные значения выживаемости (сразу после прохождения метаморфоза) видов в условиях разных уровней антропогенного воздействия приведены в табл. 4.

Известно, что в условиях загрязнения может нарушаться сам процесс формирования икры. В зоне промышленного загрязнения у земноводных отмечено изменение белкового и липидного обмена (Мисюра, 1982), что приводит к отклонениям нормального развития половых продуктов (Мисюра, 1985). Умеренное или слабое питание вызывает достоверное увеличение числа атлетических овоцитов и редукцию массы яичников (Saidapur, Prasadmathv, 1988). Аналогичное явление отмечено у рыб в условиях антропогенного воздействия – при сильном ухудшении условий среды отмечается массовая резорбция икры (Кошелев, 1988). Подобные изменения в группе производителей ведут к появлению кладок с икринками без зародышей, а также к снижению плодовитости животных в популяциях с усиливающимся прессом урбанизации. Так, среднее число икринок в штурме сибирского углозуба в популяции из Шарташского лесопарка сократилось со 105 ± 5.8 до 58.7 ± 2.9 шт., а в некоторых популяциях остромордой лягушки в зоне многоэтажной застройки отмечено снижение среднего количества икринок в комке до 833 - 925 шт. (в загородной популяции 1167 - 1049 шт.). Воздействие хи-

миков приводит к изменениям в белковом составе оболочек яиц, что впоследствии препятствует нормальному набуханию и развитию эмбрионов (Hazelwood, 1970). Для аномальных кладок в популяциях остромордой лягушки, обитающих на городской территории Екатеринбурга, колеблется в разные годы от 0.23 до 44.6% (от общего числа кладок). В популяциях травяной лягушки встречааемость необычных кладок колеблется от 0.7 до 12.5%, у сибирского углозуба – от 0.4 до 3.9% (Вершинин, 1990б).

Длительное устойчивое существование популяций таких видов, как остромордая и озерная лягушки, в городских условиях предполагает наличие адаптивных изменений разных уровней. Так, исследование нервномышечной возбудимости взрослых остромордых лягушек выявило возрастание порога возбуждения у животных из популяций зоны многоэтажной застройки (Вершинин, Терешин, 1989), а также увеличение индекса сердца у сеголеток из этих популяций (Вершинин, 1985). Это свидетельствует, на наш взгляд, о физиологической адаптации к фактору повышенного беспокойства. Изучение многолетней динамики индекса печени сеголеток бурых лягушек показало специфику динамики изменения этого показателя в популяциях на всей городской территории (зоны II, III, IV), а также более высокие значения индекса в популяциях остромордой лягушки из зоны многоэтажной застройки (Вершинин, 1992), что, по-видимому, является следствием реакции организма на высокую загрязненность среды. В популяциях тритонов зоны многоэтажной застройки отмечена поведенческая адаптация – удлиняется срок пребывания взрослых особей в воде.

Критерием реагирования популяции на давление нового фактора может быть увеличение частоты редких фенотипов (Павлов, 1982). Для городских популяций остромордой и озерной лягушки установлено устойчивое смещение соотношения частоты морфы *striata* в сравнении с естественными популяциями (Вершинин, 1987б, 1990г). Очевидно, что животные этой морфы обладают селективными преимуществами в популяциях зоны многоэтажной застройки. На остромордой лягушке установлен ряд особенностей процессов обмена (Добринский, Малафеев, 1974), которые

Таблица 5. Встречаемость морфы striata в популяциях остромордой и озерной лягушек

Зона	Взрослые животные			Сеголетки		
	n striata	% striata	n общ.	n striata	% striata	n общ.
Остромордая лягушка						
Многоэтажная застройка	43	41.2	107	955	45.4	2104
Малоэтажная застройка	17	40.5	42	176	40.7	432
Лесопарк	48	35.6	135	961	27.0	3558
Загородная популяция	8	18.6	44	315	18.8	1672
Озерная лягушка						
Многоэтажная застройка	120	99.2	119	331	36.2	914

Таблица 6. Средняя длина тела амфибий

Вид	Зона		
Сибирский углозуб	Малоэтажная застройка	Загородная популяция	
Самцы	61.6 ± 0.9 (n = 4)	57.6 ± 0.9 (n = 19)	
Самки	57.8 ± 3.9 (n = 2)	57.8 ± 3.9 (n = 21)	
Обыкновенный тритон	Многоэтажная застройка	Загородная популяция	
Самцы	37.2 ± 0.34 (n = 57)	36.4 ± 1.7 (n = 5)	
Самки	39.8 ± 0.29 (n = 99)	36.9 ± 0.87 (n = 13)	
Сеголетки	20.9 ± 0.66 (n = 43)	17.8 ± 1.4 (n = 7)	
Озерная лягушка	Многоэтажная застройка	Загородная популяция	
Самцы	83.1 ± 1.8 (n = 6)	См. примечание	
Самки	76.5 ± 10.4 (n = 7)		
Сеголетки	26.7 ± 0.1 (n = 122)		
Остромордая лягушка	Многоэтажная застройка	Загородная популяция	
Самцы	55.0 ± 1.3 (n = 33)	52.2 ± 1.2 (n = 27)	
Самки	46.2 ± 1.6 (n = 32)	53.3 ± 1.6 (n = 12)	
Сеголетки	18.5 ± 0.48 (n = 65)	14.5 ± 0.16 (n = 90)	
Травяная лягушка	Многоэтажная застройка	Малоэтажная застройка	
Самцы	70.8 ± 2.3 (n = 22)	64.8 ± 0.95 (n = 57)	
Самки	63.2 ± 4.1 (n = 4)	57.9 ± 2.3 (n = 30)	
Сеголетки	16.0 ± 0.22 (n = 44)	15.1 ± 0.55 (n = 39)	

Примечание. По литературным данным в естественных популяциях длина тела сеголеток *R. ridibunda* изменяется в пределах от 18 до 23 мм (Искакова, 1954), а длина тела взрослых животных – от 60 до 110 мм (Топоркова, 1978) против 50 - 115.5 мм в городе по нашим данным.

могут определять адаптивную ценность striata в условиях загрязнения и урбанизации. Среди сеголеток озерной лягушки этой морфы часть животных имеет существенно более тонкую медиальную полосу (0.3 - 0.5 против 1.0 - 2.0 мм), частота варианта 4.5%. В табл. 5 дана суммарная встречаемость полосатой морфы в популяциях остромордой и озерной лягушек с разным уровнем воздействия. Изменение частот фенотипов с усилением урбанизации характерно и для других видов рода *Rana* (Лебединский, 1984; Жукова и др., 1986).

Еще одной особенностью городских популяций амфибий является укрупнение размеров тела

(табл. 6), что связано, вероятно, с более выгодным в условиях загрязнения поверхностно-объемным соотношением у крупных особей (на единицу массы – меньшая площадь). Данная закономерность отмечена у самцов и сеголеток остромордой лягушки, взрослых особей сибирского углозуба и травяной лягушки, а также у взрослых и сеголеток обыкновенного тритона и озерной лягушки. Быстрорастающие личинки раньше достигают размеров, при которых они становятся менее чувствительными к загрязнению и снижается уязвимость со стороны хищников (Werner, 1986). Крупные размеры тела у

Таблица 7. Встречаемость морфологических аномалий у амфибий, % (в скобках – количество особей)

Зона	Взрослые животные	Сеголетки
Сибирский углозуб		
Малоэтажная застройка	16.7 (6)	Нет воспроизведения
Лесопарк	3.9 (386)	1.3 (300)
Загородная популяция	12.5 (40)	0 (5)
Обыкновенный тритон		
Многоэтажная застройка	8.3 (156)	2.3 (43)
Малоэтажная застройка	4.48 (67)	6.25 (17)
Лесопарк	1.7 (60)	0 (56)
Загородная популяция	5.3 (19)	0 (7)
Озерная лягушка		
Многоэтажная застройка	1.68 (119)	2.0 (914)
Остромордая лягушка		
Многоэтажная застройка	10.3 (107)	3.95 (3168)
Малоэтажная застройка	4.8 (42)	1.94 (877)
Лесопарк	3.0 (135)	1.8 (4885)
Загородная популяция	2.2 (44)	0.88 (2382)
Травяная лягушка		
Многоэтажная застройка	0 (26)	2.4 (250)
Малоэтажная застройка	0.87 (345)	0.54 (1667)

земноводных в условиях антропогенного воздействия отмечались и рядом других исследователей (Бугаева, 1983; Гоголева, 1985; Иванова, 1982; Мисюра, 1989; Ушаков и др., 1982). Одна из негативных сторон реагирования популяций на антропогенные факторы (главным образом на изменение химизма среды) – увеличение частоты морфологических аномалий, которые возникают вследствие генетических изменений, отклонений в развитии, аномальной регенерации, новообразований и т.п. Картина встречаемости аномалий отличается у хвостатых и бесхвостых, а также у сеголеток и взрослых животных. У хвостатых аномалии чаще встречаются среди взрослых животных, чем среди сеголеток. В основном это – случаи аномальной регенерации, патологии развития и новообразования, что объясняется чувствительностью хвостатых к химическому загрязнению и сохраняющейся в течение всей жизни способностью к регенерации.

Малые размеры наземных территорий изолятов, низкая численность животных в группировках бесхвостых амфибий обусловливают значительное увеличение вероятности близкородственных скрещиваний, что ведет к проявлению ряда генетических дефектов, часть из которых выражена и внешне. Различные морфологичес-

кие аномалии отмечаются практически во всех популяциях земноводных, что обусловлено биологической спецификой этой группы позвоночных, но встречаемость всех типов аномалий зависит также от степени антропогенного воздействия (табл. 7). Это следует связывать с комплексом причин, куда относятся изменения в химизме среды, пространственная ограниченность группировок и низкая численность ядра производителей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, изучение размещения амфибий на городской территории и ряда особенностей популяций в течение длительного периода показало, что в этих условиях преимуществом обладают молодые в эволюционном отношении виды, которые широко распространены в городской черте (а часто доминируют и в естественных экосистемах) и хорошо воспроизводятся. Напротив, успешного воспроизведения хвостатых в местах обитания с максимальным антропогенным воздействием не отмечалось (сибирский углозуб нормально размножается лишь в лесопарковой зоне). Изменчивость основных морфологических показателей у менее устойчивых сибирского углозуба и травяной лягушки с ростом урбанизации снижается. У более устойчивой остромордой лягушки в лесопарковой зоне и малоэтажной застройке отмечается снижение коэффициентов вариации основных морфологических показателей, а в популяциях зоны многоэтажной застройки изменчивость увеличивается, иногда превышая значения для загородной популяции (Вершинин, 1987а).

Объективная оценка состояния среды только на основе определения концентраций токсических соединений в воздухе, воде и почве невозможна, так как необходимо знать пути и механизмы действия тех или иных поллютантов на экосистемы. Окончательное заключение можно сделать лишь на основе обширных многолетних исследований. Нами разработан ряд рекомендаций по использованию амфибий в экологическом мониторинге (Вершинин, 1990в). Исходя из используемой типизации, мы условно называем уровень трансформации экосистем в лесопарковой зоне начальным, в зоне малоэтажной застройки – средним и в зоне многоэтажной застройки – значительным. Для оценки начальных этапов трансформации экосистем удобно использовать изменения видового состава амфибий, численности фоновых видов, плотности, снижение плодовитости, рост асимметрии кладок, аккумуляцию загрязнений.

При среднем уровне изменений в связи с ростом загрязненности и коренным изменением растительной компоненты сообществ исчезает сибирский углозуб; в популяциях амфибий заметно начинают преобладать негативные тенденции.

Этот уровень трансформации и загрязненности экосистем хорошо оценивается по росту встречаемости всех типов морфологических аномалий, повышению мутационного фона, появлению аномальных кладок у бурых лягушек и наличию физиологических адаптаций. Амфибии, обитающие в наиболее преобразованных местообитаниях, характеризуются появлением ряда адаптивных особенностей популяционного ранга. Значительный уровень изменения экосистем определяется по специфике динамики численности личинок и сеголеток бурых лягушек, существенным изменениям генетической структуры популяций (негативным и адаптивным), особенностям фенооблика и по возникновению популяций видов-интродуцентов, способных существовать только в трансформированной человеком среде. Изменения наблюдаются и в трофических связях сеголеток бурых лягушек. Так, доля фитофагов в спектре питания заметно растет от 53-й к 54-й стадии, что способствует увеличению скорости обмена веществ и энергии в городских экосистемах и свидетельствуют об укорочении трофических цепей.

Большинство популяций амфибий в черте городов находится под постоянной угрозой прямого или непрямого уничтожения, поскольку до сих пор хозяйственная и другая деятельность человека ведется без учета животного населения территорий. По этой причине изоляты, заселенные земноводными, нуждаются в охране.

При охране земноводных основное внимание следует уделять местам обитания и размножения, т.е. нерестовым водоемам и примыкающим к ним растительным сообществам. Водоемы следует предохранять от загрязнения и замусоривания. Высота травянистого яруса растительности, который служит укрытием и местом кормления, также имеет большое значение. На начальных этапах развития большое количество кладок амфибий пересыхает на мелководье, поэтому для снижения эмбриональной смертности можно осуществлять перенос кладок на более глубокие участки. При строительстве вблизи мест обитания амфибий необходимо предохранять водоемы и прилегающие территории от загрязнения и уничтожения. Целесообразно создание в подобных участках парков, и наоборот, при создании парков не следует уничтожать имеющиеся на данной территории водоемы. Положительным моментом может стать сохранение элементов естественного ландшафта, поскольку в противном случае пострадают укрытия и места зимовок амфибий.

Нужно также отметить, что очистка водоемов от мусора в период выхода на сушу сеголеток амфибий может приводить к их гибели. Поэтому чистку лучше проводить в другое время. Отрицательно сказываются на численности земноводных дренажные работы, строительство дорог в

непосредственной близости от мест размножения и обитания. Прокладка различных траншей вблизи мест обитания амфибий приводит к тому, что в период размножения, ухода на зимовку и в другое время туда попадает значительное количество животных (например, только в одном из городских лесопарков в траншее для кабеля и ямы под столбы за один месяц попало свыше 12 тыс. земноводных).

Без сомнения, необходимы охрана и изучение существующих на городских территориях небольших "экологических ячеек", служащих местами обитания амфибий, так как это позволяет осуществлять мониторинг городских экосистем, а также отвечает стремлению человека к созданию экологически гармоничной среды городов.

В специфических чертах цитологического, физиологического, фенотипического уровней изучаемых популяций и видовых комплексов выявлены как адаптивная, так и негативная составляющие на всех этапах жизненного цикла, обусловливающие, с одной стороны, потенциальную возможность повышенного воспроизведения и толерантность популяций, с другой – низкие буферные свойства сложившихся структур. Сформировавшаяся система обладает особой конфигурацией потоков вещества и энергии, определяемых сложной взаимосвязью динамики численности, популяционной структуры и уровня обменных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Банников А. Г., Даревский И. С., Денисова М. Н., Дроздов Н. Н., Иорданский Н. Н. Жизнь животных. Т. 4, ч. 2. М.: Просвещение, 1969. 488 с.
- Бугаева Е. А. Влияние антропогенных факторов на рост, развитие и выживаемость личинок остромордой лягушки (*Rana arvalis*): Автoref. дис. ... канд. бiol. наук. Свердловск, 1983. 24 с.
- Вершинин В. Л. Видовой состав и биологические особенности амфибий ряда промышленных городов Урала: Автoref. дис. ... канд. бiol. наук. Свердловск, 1983. 24 с.
- Вершинин В. Л. Материалы по росту и развитию амфибий в условиях большого города // Экологические аспекты скорости роста и развития животных. Свердловск: УНЦ АН СССР, 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: УНЦ АН СССР, 1987б. С. 74 - 79.
- Вершинин В. Л. О распространении озерной лягушки в городе Свердловске // Экология. 1990а. № 2. С. 67 - 71.

- Вершинин В.Л.* Аномальные кладки амфибий на территории городской агломерации // Экология. 1990б. № 3. С. 61 - 66.
- Вершинин В.Л.* Методологические аспекты биоиндикационных свойств амфибий // Биоиндикация наземных экосистем. Свердловск: УрО АН СССР, 1990в. С. 3 - 15.
- Вершинин В.Л.* О встречаемости морфы стриата у озерной лягушки на городской территории // Фенетика популяций. М., 1990г. С. 44 - 45.
- Вершинин В.Л.* Морфофизиологические особенности сеголеток бурых лягушек на городских территориях // Животные антропогенных ландшафтов. Екатеринбург: УрО РАН, 1992. С. 3 - 11.
- 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. Свердловск, 1989. С. 15 - 16.
- Вершинин В.Л., Трубецкая Е.А.* Смертность бурых лягушек в эмбриональный, личиночный и постметаморфический период при разном уровне антропогенного воздействия // Животные в условиях антропогенного ландшафта. Екатеринбург, 1992. С. 12 - 20.
- Гаранин В.И.* О месте амфибий и рептилий в биогеоценозах антропогенного ландшафта // Вопросы герпетологии. Л., 1977. С. 63 - 64.
- Гаранин В.И., Попов А.Ю.* Материалы по экологии тритонов Раифского леса (Татарская АССР) // Изв. Казанск. филиала АН СССР. Сер. биол. 1958. № 6. С. 89 - 94.
- Гоголева Н.П.* Некоторые закономерности линейного и весового роста амфибий // Экология. 1985. № 1. С. 61 - 66.
- Добринский Л.Н., Малафеев Ю.М.* Методика изучения интенсивности выделения углекислого газа мелкими пойкилотермными животными с помощью оптикоакустического газоанализатора // Экология. 1974. № 1. С. 73 - 78.
- Жукова Т.И., Кубанцев Б.С., Бурлаченко Т.Л.* Некоторые реакции популяций озерной лягушки на пестицидное загрязнение водоемов // Антропогенное воздействие на популяции животных. Волгоград, 1986. С. 61 - 81.
- Иванова Н.Л.* Об использовании личинок амфибий в качестве биологических индикаторов состояния водоемов // Проблемы экологии Прибайкалья. Иркутск, 1982. Ч. 5. С. 79 - 80.
- Искакова К.* Биология озерной и сибирской лягушек в Казахстане // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Алма-Ата, 1954. 24 с.
- Ищенко В.Г.* Некоторые вопросы биологии сибирского углозуба // Тезисы III Всесоюзной конференции молодых ученых-биологов. Ч. 1. М., 1961. С. 52.
- Кошелев В.В.* Особенности адаптивных преобразований популяций, кинетика рыбных сообществ и изменение индивидуального развития особей в разных условиях обитания // Экология популяций. Ч. 2. Новосибирск, 1988. С. 159 - 161.
- Лебединский А.А.* Земноводные в условиях урбанизированной территории (на примере г. Горького): Автoref. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИЭМЭЖ АН СССР, 1984. 24 с.
- Мисюра А.Н.* Сравнение некоторых показателей обмена веществ озерной лягушки (*Rana ridibunda*) как показатель экологического состояния данного вида в антропогенных системах // Проблемы экологии Прибайкалья. Ч. 5. Иркутск, 1982. С. 53.
- Мисюра А.Н.* Некоторые эколого-биохимические аспекты адаптации озерной лягушки к техногенным факторам // Вопросы герпетологии. Л., 1985. С. 143 - 144.
- Мисюра А.Н.* Экология фонового вида амфибии центрального степного Приднепровья в условиях промышленного загрязнения водоемов: Автoref. дис. ... канд. биол. наук. М., 1989. 16 с.
- Павлов Б.К.* Генетико-популяционные аспекты реагирования популяций на антропогенные факторы // Проблемы экологии Прибайкалья. Ч. 1. Иркутск, 1982. С. 122.
- Сурова Г.С.* Средовая и наследственная компонента темпов онтогенеза личинок травяной (*Rana temporaria*) и остромордой (*R. arvalis*) лягушек // Зоол. журнал. 1988. Т. 67. Вып. 3. С. 396 - 405.
- Тагирова В.Т.* Биологические особенности сибирского углозуба в Приамурье // Охрана и рациональное использование флоры и фауны Нижнего Приамурья и Сахалина. Хабаровск, 1979. С. 122 - 130.
- Топоркова Л.Я.* Новый элемент в герпетофауне горно-таежной зоны Среднего Урала // Фауна и экология животных УАССР и прилежащих районов. Ижевск, 1978. Вып. 2. С. 63 - 65.
- Ушаков В.А., Лебединский А.А., Грефнер Н.М.* Анализ размерновозрастной структуры популяции травяной лягушки на урбанизированной территории // Вестник зоологии. 1982. № 2. С. 67 - 68.
- Шварц С.С.* Эволюция биосфера и экологическое прогнозирование // Вестник АН СССР. 1976. № 2. С. 61 - 71.
- Hazelwood E.* Frog pond contaminated // Brit. J. Herpetol. 1970. V. 4. № 3. P. 177 - 184.
- Saidapur S.K., Prasadmurthy Y.S.* Effects of feeding and starvation on follicular development (ovarian cycle) in the frog *Rana cyanophlyctis* (Schn.) // Indian J. Exp. Biol., 1988. V. 26. № 7. P. 520 - 524.
- Werner E.E.* Amphibian metamorphosis growth rate, predation risk, and optimal size at transformation // Amer. Natur., 1986. V. 128. № 3. P. 319 - 341.