

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

На правах рукописи
УДК 591: 597.6

Вершинин Владимир Леонидович

Видовой состав и биологические особенности
амфибий ряда промышленных городов Урала

(03.00.08 — экология)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Свердловск 1983

Работа выполнена в лаборатории популяционной экологии Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР.

Научный руководитель - доктор биологических наук
профессор Сюзюмова Л.М.,

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук Кубанцев Б.С.
кандидат биологических наук Добринская Л.А.

Ведущая организация – Казанский Ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет имени В.И. Ульянова – Ленина.

Защита состоится « » 1984 г. в «13» часов на
заседании специализированного совета К 002.05.01 по присуждению
ученой степени кандидата наук в Институте экологии растений и жи-
вотных УНЦ АН СССР по адресу: 620008, г. Свердловск, Л-8, ул. 8-го
Марта, 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии
растений и животных УНЦ АН СССР.

Автореферат разослан " " 1984 г.

Учёный секретарь специализированного совета,
кандидат биологических наук Пястолова О.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Деятельность современного человеческого общества накладывает отпечаток на ход всех процессов, протекающих в биосфере.

Концентрация населения в городах, а также значительный рост масштабов промышленного производства привели к возникновению здесь особых условий, в которых формируются популяции и видовые сообщества, заметно отличающиеся от природных.

История развития промышленности на Урале насчитывает уже более 250 лет. В течение всего этого времени параллельно с модернизацией и укрупнением промышленных предприятий шел рост городов и их населения. В результате на Урале сложился комплекс городских агломераций с высокой концентрацией крупных промышленных предприятий, в течение длительного времени оказывающий значительное воздействие на окружающую среду, изменение которой, в свою очередь, не могло не привести к возникновению новых видовых сообществ и качественно специфических популяций.

Батрахофауна крупных промышленных городов Урала изучена недостаточно, несмотря на значительную биоценотическую роль амфибий и их личинок.

Микроэволюционные изменения, происходящие в условиях прогрессирующей урбанизации и укрупнения промышленного производства, представляют интерес с теоретической точки зрения, поскольку их скорость может быть выше, а направленность иной, нежели в естественных условиях (Шварц, 1976). Привлекают внимание популяционные механизмы изменений, возникающих в малочисленных группировках земноводных городской черты, особенности их генетического состава, а также перспективы существования в антропогенных ландшафтах.

Настоящая работа представляет собой попытку определить на одной из групп позвоночных конкретные пути трансформации комплекса видов

и группировок каждого вида в отдельности в условиях урбанизации, сочетающейся с высокоразвитым промышленным производством, выделить общие черты и особенности данного процесса, а также указать возможные способы охраны и использования данной группы в черте крупных промышленных городов и, в какой-то мере, предсказать направление предстоящих изменений.

Цели и задачи исследований. В задачи исследования входило обследование батрахофауны трех промышленных городов Урала /Серова, Свердловска, Челябинска, расположенных меридианально с севера на юг, для того, чтобы выявить видовой состав амфибий и их размещение в городской черте и пригородах. Необходимо было разработать типизацию городских территорий в зависимости от уровня антропогенного воздействия. В цели работы входило изучение воздействия урбанизации на биологию каждого вида земноводных. В задачи также входило уточнение видового состава амфибий, оценка численности отдельных видов, обитающих в разных по степени урбанизации зонах города, изучение фенологии и некоторых особенностей роста и развития, структуры группировок амфибий и сравнение их по основным морфологическим показателям, анализ спектра пищевых объектов, а также изменение всех вышеупомянутых показателей в зависимости от степени урбанизации.

Научная новизна работы. Впервые получены данные по распределению и видовому составу батрахофауны в трех промышленных городах Урала. Оценена способность каждого из отмеченных видов земноводных к существованию в условиях этих городов. Получены данные об относительной численности и смертности животных в зависимости от степени антропогенного воздействия. Установлен ряд фенотипических и биологических особенностей группировок амфибий по отдельным зонам города и внутри них, связанных с изменениями среды, обитания в результате деятельности человека. Отмечено усиление специфики группировок

с ростом антропогенного воздействия и изоляции.

Практическое значение работы. Результаты исследований могут быть использованы при осуществлении мер по охране амфибий и в биомониторинге. Создание устойчивых экосистем городской черты включающих земноводных, позволило бы снизить применение инсектицидов в городской черте. Благоприятная для человека психофизическая среда городов немыслима без таких систем.

Апробация работы и публикации. Полученные результаты докладывались на конференциях молодых ученых Института экологии растений и животных УКЦ АН СССР (Свердловск, 1960, 1981, 1982, 1983), на отчетной сессии зоологических лабораторий Института (1982), на V Всесоюзной герпетологической конференции (Ашхабад, 1981).

По теме диссертации опубликовано 7 работ, в которых отражены основные положения диссертации.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на страницах печатного текста и состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов и приложения. Материал иллюстрирован 41 таблицей и 8 рисунками. Библиография включает 232 наименования, из них 75 на иностранных языках.

Глава I. Влияние человеческой деятельности на амфибий, их место и роль в антропогенных ландшафтах.

Настоящая глава представляет собой обзор зарубежных и отечественных данных по влиянию антропогенных факторов на амфибий.

Особый интерес (в связи с ограниченным количеством сведений) представляет изучение трансформации батрахофауны, структуры и некоторых черт биологии группировок отдельных видов амфибий при комплексном антропогенном воздействии.

Глава 2. Материал и методика.

Для работы были выбраны три крупных промышленных города Урала - Серов, Свердловск, Челябинск.

У животных, взятых для определения индексов печени и сердца проводился качественный и количественный анализ содержимого желудочно-кишечного тракта;

У всех изучавшихся видов отмечались сроки икротетания, эмбрионального и личиночного развития. Визуально подсчитывалось число кладок животных в исследуемых водоемах. Определялось среднее количество икринок в кладке сибирского углозуба, остромордой и травяной лягушек. Стадии развития личинок бесхвостых амфибий определены по П.В.Терентьеву (1950), а *T. vulgaris* - по Л.Д. Лиознеру (1975). Темпы роста учитывались путем многократного определения средней массы личинки (Cecil and Just, 1979) с периодичностью около 10 дней. Плотность личиночных поселений оценивалась учетом на пробных площадках $S \sim 0.25$ кв.м. (личинки отлавливались сачком). Для оценки численности личиночных поселений в 1980-81 гг. проводилось мечение головастиков бурых лягушек нейтральным красным (Северцев, Сурова, 1979).

Среди сеголеток и взрослых животных подсчитывалась встречаемость травм и заболеваний (водянка, грибковые заболевания), а также частота различных морфологических аномалий: пигментных пятен, поли- и олигодактилии, отсутствия пигментации радужной оболочки, отсутствия век, врожденного вывиха бедра, грыжи и т.п.

На основании литературных данных и собственных материалов нами была разработана типизация городских ландшафтов. В основе подразделения лежит этажность, плотность и другие особенности застройки, учитывается наличие бытового и промышленного загрязнения.

I зона - центральная часть города с многоэтажной застройкой, массивными асфальтовыми покрытиями, забранными в трубы реками.

II зона - районы многоэтажной застройки, примыкающие к центру города, включал территории с несложившийся окончательно архитектурный облик; высок уровень бытового и промышленного загрязнения.

III зона - малоэтажная застройка, частные дома с садами и огородами

окраина города, пустыри, парки. Часто местообитания этой зоны смыкаются с лесопарками.

IV зона - лесопарковый пояс города. Находится, главным образом, под воздействием рекреационной нагрузки.

Промышленные ландшафты не были выделены нами в отдельный тип, т.к. пригодна для амфибий местообитаний здесь не было отмечено.

Для подробного исследования батрахофауны были выбраны те местообитания амфибий в городской черте, где численность позволяла проводить регулярные наблюдения и сборы материала. Размеры исследуемых участков определялись таким образом, чтобы охватывалась практически вся группировка, населяющая данное местообитание. Под местообитанием мы понимаем определенный пространственно ограниченный участок, заселенный группировкой амфибий одного или нескольких видов, отделенный от других подобных группировок территорией лишенной земноводных.

Для каждого местообитания, где проводились регулярные исследования, было составлено подробное описание. Гидрохимические особенности водной среды оценивались шестикомпонентным анализом воды из основных водоемов в разных зонах города. Анализ проводился по окончании личинками метаморфоза. В 1981 г. для большинства водоемов в момент выхода личинок из икры и в претематоморфический период было определено биологическое потребление кислорода (BPK_5), перманганатная окисляемость, содержание нефтепродуктов и экстрагируемых веществ (масла, жиры). Анализы выполнены Свердловским НИИ курортологии МЗ СССР и УралНИИВХ Мин. мелиорации и водного хозяйства РСФСР.

Глава 3. Батрахофауна промышленных городов Урала: видовой состав и распределение.

Для промышленных районов Урала характерно значительное комплексное загрязнение окружающей среды (воды, почвы, атмосферного воздуха), существующее длительное время на обширных территориях (Молехина, 1975; Меньшиков, 1975; Шаманаев, Брачловский, 1975).

Нашими исследованиями установлено, что видовой состав в черте городов, количественное соотношение и распределение амфибий по территории кроме видовых особенностей, в значительной степени зависят от величины города, специфики застройки центральных и окраинных районов, ее этажности и плотности, т.е. показателей, в известной мере характеризующих степень урбанизации.

Серов - город на севере Свердловской области с населением свыше 100 тыс. человек. В городе имеется крупный металлургический комбинат. Через Серов протекает река Каква. Центральная часть города с многоэтажной (3-5 этажей) застройкой невелика. Преобладает малоэтажная застройка 1-2 этажными домами с садами и огородами. Для отдельных районов города характерно наличие на его территории множества заболоченных участков, мелких водоемов и ручьев. Лесопарковая зона практически отсутствует - сразу за городом начинается тайга.

На территории Серова и в пригородах отмечен только один вид амфибий - остромордая лягушка, которая широко встречается в болотистых участках городской черты и размножается в придорожных канавах и водоемах непосредственно во дворах домов зоны малоэтажной застройки. Не обнаружено остромордой лягушки в центральной части города, а также в обширной зоне, подверженной действию выбросов и производственных стоков металлургического комбината.

Свердловск - город с более чем миллионным населением, с большим количеством промышленных предприятий. Через город протекает река Исеть и несколько ее мелких притоков, большей частью находящихся в подъемных коллекторах. Свердловск олицетворяет собой гораздо более высокий уровень урбанизации по сравнению с Серовом. Большая площадь, значительная концентрация населения, интенсивная и разнообразная деятельность человека порождают здесь значительную разнородность урбанизированной среды, что позволяет выделить в городской черте Свердловска все 4 вышеупомянутые зоны. Отмечены следующие закономерности распределения амфибий по данным зонам:

I зона - центральная часть города практически лишена земноводных, лишь в парковых водоемах отмечались единичные особи обыкновенного тритона и озерной лягушки (оба вида в большинстве "случаев занесены сюда человеком и не размножаются).

II зона - районы многоэтажной застройки с осваиваемыми территориями. Места обитания амфибий сосредоточены на участках, пока еще не затронутых интенсивным жилищным и промышленным строительством. Здесь встречается три вида бесхвостых земноводных: озерная, остромордая и травяная лягушки; из хвостатых отмечен только обыкновенный тритон. Зарегистрировано размножение всех видов, но только остромордая лягушка размножается во всех отмеченных местообитаниях.

III зона - районы малоэтажной застройки. Условия обитания земноводных здесь менее изменены в сравнении с предыдущими зонами. Распространение амфибий уже не ограничивается узкой прибрежной полосой растительности, как в предыдущей зоне. Здесь встречаются травяная, остромордая и озерная лягушки, причем, преобладающим по численности видом является травяная лягушка, что объясняется наличием в этой зоне мест, пригодных для ее зимовки (чистые, непромерзающие водоемы). Озерная лягушка встречается только в виде единичных экземпляров, вероятно, заходящих сюда из V зоны. Развитие обыкновенного тритона в этой зоне всегда протекает успешно - отмечается выход сеголеток. Кроме того, в некоторых участках III зоны сохраняется сибирский углозуб, но численность его здесь очень низка, по сравнению с группировками лесопарковой зоны и загородной популяцией.

IV зона - лесопарковый поле города. Здесь отмечено 4 вида земноводных - сибирский углозуб, обыкновенный тритон, остромордая, травяная лягушки. Воспроизводство, как правило, протекает успешно, а численность сибирского углозуба и остромордой лягушки здесь не меньше чем в загородных группировках.

Население Челябинска составляет около миллиона человек. Имеется множество промышленных предприятий, через город протекает река Миасс. Согласно нашей оценке общая степень урбанизации Челябинска несколько выше, чем в Свердловске, что вызвано особенностями застройки города - вся центральная часть занята новыми многоэтажными зданиями, не сохранилось мелких водоемов, необходимых для размножения амфибий. Это привело к полному исчезновению земноводных из первых двух зон. Амфибии отмечены главным образом в лесопарковом поясе города (зона IV) и, в незначительной мере, в зоне малоэтажной застройки (зона III), прилегающей к берегу реки Миасс. В зоне малоэтажной застройки отмечено 2 вида - остромордая и озерная лягушка. Хвостатые земноводные и травяная лягушка встречаются только в лесопарковой зоне.

В целом, на территории обследованных нами городов можно отметить следующие общие черты распределения земноводных: практически лишена земноводных центральная часть города из-за отсутствия мест, пригодных для размножения и обитания. Группировки земноводных встречаются по границам на осваиваемых территориях районов многоэтажных построек (зона II). Здесь, главным образом, встречаются бесхвостые амфибии: *R. ridibunda*, *R. arvalis* в меньшей мере - *R. temporaria*. Наиболее разнообразен видовой состав в зоне малоэтажной застройки (зона III). В этой зоне отмечаются отдельные особи озерной лягушки, ставшей на Урале синантропной. Она способна сохраняться и размножаться только в зоне II, в среде измененной человеком. С другой стороны, здесь встречаются и лесные виды (сибирский углозуб), не способные к успешному воспроизводству в местообитаниях, заметно измененных человеком. Поэтому в одном местообитании зоны II может встречаться до 5 видов земноводных.

Видовой состав лесопарковой зоны (зона IV) мало чем отличается от такового естественных биотопов (сибирский углозуб, обыкновенный тритон, остромордая и травяная лягушка). Только типично лесной вид - серая жаба, отмечавшаяся нами за городом, полностью отсутствует в лесопарковой зоне, т.к. в силу особенностей своей биологии не способна существовать в городской черте.

Глава 4. Очерк биологии земноводных городской черты.

Условия обитания в антропогенных ландшафтах оказывают определенное влияние на биологию каждого из видов земноводных, но в зависимости от видовых особенностей это проявляется неоднозначно и в разной степени.

Hynobius keyserlingi. Сибирский углозуб, как типично лесной вид плохо переносит трансформацию мест обитания под действием антропогенного фактора. Распространение сибирского углозуба в черте города ограничивается, в основном, лесопарковой зоной. Численность его в зоне IV может быть довольно высокой. В водоеме площадью 100 кв.м. может размножаться до 319 животных.

Сравнение по морфологическим индексам половозрелых животных из разных пространственных группировок показало высокую хронографическую изменчивость. Различия по отдельным показателям (относительный размер головы) у животных внутри одной группировки за разные годы нередко превосходят таковые у животных из разных местообитаний за один год. Выборка самцов из зоны III выделяется большей средней длиной тела и малой относительной длиной хвоста по сравнению с животными зоны IV и загородной группировки. Это можно связать с особенностями возрастной структуры данной группировки и своеобразием экологических условий (значительная минерализация и содержание нефтепродуктов, относительно высокие температуры воды). Зафиксировано также изменение половой структуры этой группировки - преобладали самцы (4:1). В загородной популяции соотношение самцов и самок было 1:1,1.

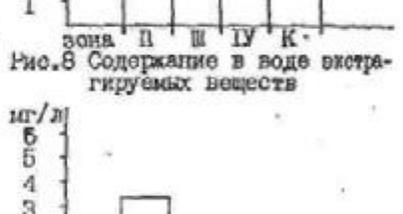
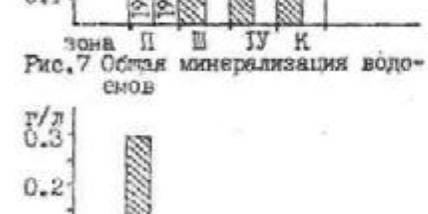
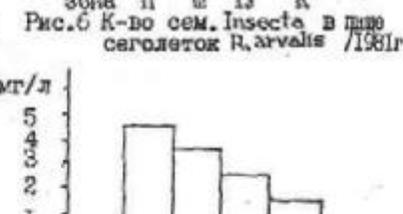
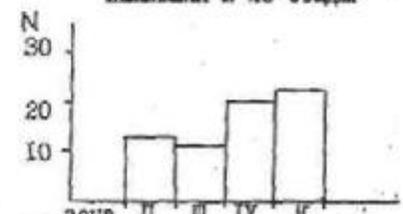
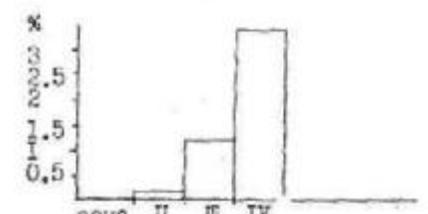
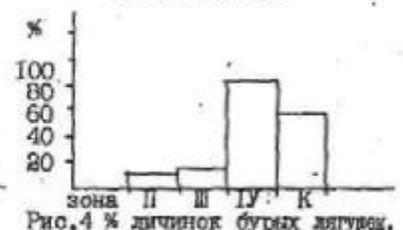
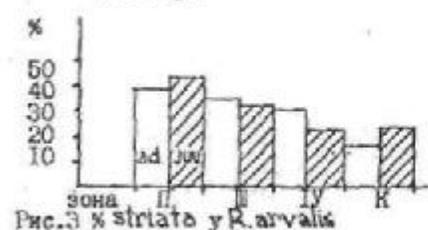
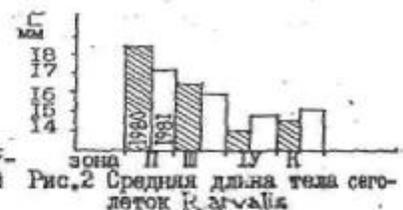
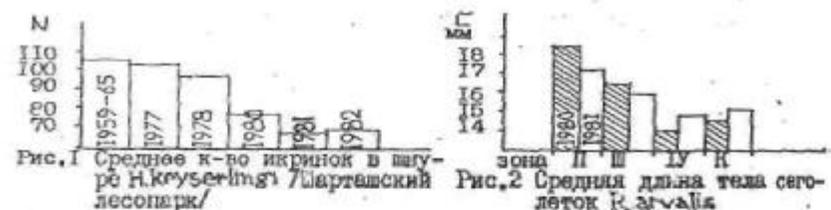
Пропорции тела сеголеток из разных участков зоны IV могут различаться. По ряду признаков отличия в относительных показателях возникают на основании существенных различий в размерах тела. Так, сеголетки из лесопарка "Калиновские разрезы" (1980 г.) достоверно ($p=0.01$) отличаются от сеголеток из большинства водоемов Шарташского лесопарка по относительной длине головы, относительной длине хвоста и большими размерами тела (26.9 ± 0.36 против 21.0 ± 0.27 - 25.5 ± 0.21 мм.). Прослеживается связь этих показателей с различиями в плотности личиночных поселений, а также степенью изоляции отдельных участков зоны IV друг от друга.

В группировке сибирского углозуба в Шарташском лесопарке в течение ряда лет отмечается закономерное сокращение среднего количества икринок в шнура (от 102 ± 5.2 до 68.8 ± 4.5 , см.рис.1), что, вероятно, связано с негативными изменениями в группе производителей, происходящими под действием антропогенной нагрузки на среду обитания. В пределах городской черты период икрометания углозуба растянут до 50 дней (против 7 в загородной группировке). Это может быть связано с микроклиматическими особенностями мест зимовки и размножения в пределах одного местообитания, возрастными и физиологическими особенностями животных,

В годы с высокой температурой водной среды сроки личиночного развития и общий срок развития сокращаются. Так, общий срок развития в зоне IV сократился в 1981 г. до 88 - 83 дней против 95 в 1980 г. В этой ситуации личинки в ряде случаев проходят метаморфоз при небольших размерах тела, причем индекс печени выходящих сеголеток достоверно ниже. Индекс сердца сеголеток в ряде случаев достоверно различен в разных группировках (от 1.8 ± 0.1 до $1.3 \pm 0.07\%$), что, вероятно, обусловлено неодинаковой двигательной активностью в связи с различной рекреационной нагрузкой. В зоне III личинки гибли не успев завершить развитие.

Сибирский углозуб - вид, способный существовать в городской черте только в условиях лесопарковой зоны. Состояние его группировок во многом отражает степень изменения местообитаний.

Triturus vulgaris Обыкновенный тритон распространен в городской черте Свердловска довольно широко. Немаловажное значение в этом имеет его скрытный образ жизни, а также сохранность прибрежной растительности. Несмотря на относительно высокую численность (до 430 особей в группировке), воспроизводство обыкновенного тритона в зоне II осуществляется не во всех местообитаниях. Плотность личинок в водоемах этой зоны минимальна ($0.1 - 0.45$ экз/кв.м. против $1.8 - 2.0$ в загородной группировке). Установлено, что в условиях разреженной плотности размеры личинок максимальны ($480 - 600$ мг.).



И - загородный участок/.

В некоторых группировках зоны II, вероятно под действием загрязнений и разрушения местообитаний сложилась аномальная половая структура с резким преобладанием самок (16:1, n=17). В целом, по городским группировкам отмечается тенденция к некоторому преобладанию самок (1.6:1).

Различий по основным морфологическим показателям, в целом, между взрослыми животными разных зон не отмечено, что свидетельствует о достаточной стабильности изучавшихся признаков в данных группировках. Единственный случай возникновения подобных отличий в одной из группировок зоны II скорее связан с изменением возрастной структуры (последние два года наблюдений все личинки погибали от пересыхания водоемов).

Имеющиеся выборки сеголеток морфологически отличаются ($p=0.01-0.05$) по средней длине тела и некоторым его пропорциям. Эти различия следует связывать с неодинаковыми условиями развития личинок (плотность, длительность развития). У половозрелых животных происходит сглаживание отличий.

Установлено, что продолжительность общего срока развития обыкновенного тритона во многом определяется температурными условиями в период размножения (среднемесячная температура в этот период в пределах городских водоемов изменялась от 11.08 до 32.4°C). Изменение химизма водоемов городской черты может способствовать увеличению длительности развития. Минимальный срок развития (с 21.06 по 7.08) отмечен в загородной группировке, а максимальный - в зоне III (с 18.05 по 25.08). Встречаемость морфологических аномалий у половозрелых животных закономерно возрастает (от 0 до 12.2%) с увеличением уровня загрязненности водоемов.

Загрязнение водоемов, низкая воспроизводимость группировок и сокращение площадей, пригодных для обитания тритона, могут в ближайшем будущем привести к быстрому исчезновению этого вида из зоны многоэтажной застройки. Так, в Челябинске обыкновенный тритон отмечен только в зоне IV. *T. vulgaris* может существовать в сравнительно небольших водоемах городской черты при сохранности берегового травостоя и укрытий другого типа.

Rana ridibunda Озерная лягушка в естественных биотопах окрестностей Свердловска нигде и никогда не отмечалась. Следует полагать, что ее появление в городской черте обусловлено интродукцией источником которой являются медико-биологические учреждения города. *R. ridibunda* встречается главным образом в зоне многоэтажной застройки (отдельные животные заходят в зоны I и III), что свидетельствует о перспективности данного вида для заселения городских водоемов. Наблюдения показывают, что в условиях Урала она легко осваивает водоемы антропогенного происхождения. Большую часть жизни озерная лягушка проводит в водоемах и вблизи от них, сна не требует большой площади суши для кормления и укрытий.

По сравнению с бурыми лягушками, озерная лягушка менее уязвима при прямом истреблении человеком.

Средние размеры тела взрослых особей *R. ridibunda* в г.Свердловске невелики в сравнении с животными из естественных популяций средней полосы РСФСР (82.7+1.5 мм. у ♂♂ и 60.7+8.9 у ♀♀ против 112 мм. у ♂♂ и 117 у ♀♀ по А.Г.Банникову и др., 1969). Длина тела сеголеток изменяется в пределах 22.5 - 38.5 мм.

Сроки размножения, развития и ухода на зимовку у озерных лягушек Свердловска совпадают с таковыми на северном пределе ареала (по А.Г.Банникову и др., 1977). Выход взрослых животных с зимовки происходит 20-21 мая, икрометание в середине июня, выход сеголеток начинается 4-28 августа, уход на зимовку взрослых 11 - 20 сентября. Кроме того, есть основания полагать, что размножение осуществляется не каждый год, как это бывает у амфибий на северной границе ареала (Шварц, 1960).

Выживаемость сеголеток к 30 стадии может быть значительна - 57.1%. Особи со светлой - медиальной полосой на спине составляют среди сеголеток 43.4 - 56.6%; индекс печени изменяется в пределах 20.4 - 68.5360, а сердца - 1.3 - 3.5%.

Состав пищи сеголеток практически полностью представлен наземными формами беспозвоночных (слизни, пауки, клещи, равнокрылые, жесткокрылые, полужесткокрылые, перепончатокрылые, двукрылые).

Встречаемость у сеголеток врожденного вывиха бедра определяется большой загрязненностью водоемов центральной части города, где проходит развитие личинок.

Для успешного существования озерной лягушки в городское черте большое значение имеет наличие относительно чистых непромерзающих водоемов. Многолетние наблюдения показывают, что этот вид может существовать и размножаться в условиях городской черты даже за пределами своего ареала

Rana arvalis Остромордая лягушка является доминирующим видом не только в городской черте Свердловска, но также Челябинска и Серова. Широкое распространение ее в городских ландшафтах стало возможным благодаря целому ряду особенностей биологии и экологии, которые позволяют этому виду сохраняться в условиях значительного антропогенного воздействия.

По нашим данным наибольшее количество животных размножается в лесопарковой зоне города и за городом.

Группировки остромордой лягушки успешнее других видов земноводных существуют в условиях городской черты Свердловска. Часть таких группировок располагается довольно близко к центральной части города и обладает рядом стенотипических и биологических особенностей, формирующихся под влиянием специфических условий местообитаний зоны многоэтажной застройки.

Так, установлено, что средние размеры тела взрослых самок в воне многоэтажной застройки (зона II) достоверно ($p=0.01 - 0.05$) меньше, чем у животных зоны IV на 12.5 - 15.1 мм. Не исключено, что это может быть связано с низкой долей животных предельных возрастов. Взрослые самки наиболее урбанизированной части города устойчиво отличаются большим относительным размером пяточного бугра, а самцы - относительным размером головы от животных зоны IV и загородной популяции. По этим признакам данные группировки можно рассматривать, как самостоятельные изолированные микропопуляции, приобретающие популяционный ранг. Это подтверждается морфологическими показателями сеголеток.

Сеголетки зон II и III устойчиво отличаются от сеголеток загородной популяции по относительному размеру голени, что, по-видимому, связано с особенностями условий развития личинок зоны II и III (химизм, плотность, температурный режим). Средняя длина тела сеголеток зоны II достоверно больше ($p = 0.01$), нежели у сеголеток других зон (рис.2), что, может быть обусловлено как особенностями условий развития (низкая плотность), так и повышенной смертностью мелких животных.

Установлено, что в условиях значительного антропогенного воздействия (зона II) среди сеголеток и взрослых животных повышается процент морфы *striata* (рис.3). Изменение концентрации фенетического маркера не только указывает на то, что в данных условиях эта морфа обладает селективным преимуществом, но и на определенное преобразование генетической структуры группировок.

Отмечено, что в пределах III и IV зон города у сеголеток несколько снижена вариабельность основных морфологических показателей. Дальнейшее усиление антропогенного воздействия (в зоне II) сопровождается повышением изменчивости. Скорее всего, это явление можно связать с реакцией группировок, направленной на увеличение их устойчивости к конкретным условиям среды.

Значительная разница в прогреваемости водоемов приводит к тому, что в целом размножение остромордой лягушки в пределах города начинается раньше (26 - 28 апреля) и заканчивается позднее (19 - 20 мая), чем в загородной популяции (соответственно - 4 мая и 10 мая).

Низкая численность животных в зоне II и III обуславливает самые короткие сроки размножения в каждом конкретном местообитании этих зон.

В ряде группировок зоны II отмечено снижение среднего количества икринок в комке (до 833 - 925 шт.), что можно объяснить как наследственными, так и приобретенными особенностями группы производителей, сформировавшейся в специфических условиях среды. Минимальные значения среднего срока развития остромордой лягушки отмечаются в зоне многоэтажной застройки (62.7 ± 4.3 - _____ дней), где преобладает водоемы с более высокими температурами в начальный период развития.

Выживаемость личинок и сеголеток *R. arvalis* значительно снижается по мере усиления антропогенного воздействия (рис.4 и 5).

Сеголетки из разных местообитаний г. Свердловска отличаются по значениям индекса печени. В некоторых водоемах зоны II высокий индекс печени можно объяснить наличием химических загрязнений. В целом между зонами различиями по относительному размеру печени можно пренебречь. У сеголеток в условиях городской черты по сравнению с сеголетками загородной группировки достоверно выше индекс сердца. Это связано с увеличенной двигательной активностью, обусловленной фактором беспокойства.

Встречаемость морфологических аномалий выше среди сеголеток городской черты, что связано с изменением химического фона.

Спектр питания сеголеток и взрослых животных зон II и III почти вдвое уже, чем у животных загородной группировки и зоны IV (рис.6). Это свидетельствует о бедности энтомофауны местообитаний районов застройки.

Остромордая лягушка - вид, в силу своих биологических особенностей обладающий большими возможностями, по сравнению с другими видами, для существования в условиях городской черты. Можно говорить о возникновении адаптивных изменений в группировках остромордой лягушки под действием антропогенных факторов.

Rana temporaria Распространение травяной лягушки в городской черте Свердловска сравнительно ограничено. Размножение ее отмечено лишь в 4 из 21 обследованного нами местообитания земноводных в городской черте. Одной из причин этого является малое количество чистых непромерзающих водоемов, пригодных для зимовки *R. temporaria*. Максимальной численности и плотности травяная лягушка достигает в зоне III, где имеются места для ее зимовки.

Различия по основным морфологическим показателям у взрослых животных различных зон не выявлено, но у животных зоны многоэтажной застройки вдвое ниже коэффициент вариации морфологических индексов.

Это может свидетельствовать о неблагоприятных условиях обитания в зоне II. Сеголетки зоны II в целом отличаются от сеголеток зоны III по некоторым пропорциям тела, что обусловлено разными условиями развития животных в зонах II и III, а также пространственной изоляцией.

Начало размножения травяной лягушки приходилось на конец апреля - начало мая (26.04 - 6.05). В связи с низкой численностью животных, размножающихся в зоне II, икрометание здесь длится 2-3 дня против 2 - 5 в зоне III.

Отмечается увеличение личиночного периода развития в городской черте по сравнению с таковым для Среднего Урала (27 - 42 дня против 18 - 35 по Л.Я.Топорковой, 1964) и сокращение общего срока развития (51 - 60 дней против 70 - 75) за счет укорочения эмбрионального периода. Продолжительность личиночного периода и общий срок развития во многом определяются температурным режимом начальных этапов развития.

В целом, по зонам нет различий в относительных размерах печени и сердца сеголеток отличия отмечаются лишь в случае значительных изменений условий среды в зоне II.

Смертность личинок и сеголеток на разных этапах развития в отдельных местообитаниях может значительно различаться. Процент выживших с момента оплодотворения до 30 стадии сеголеток колеблется от 0 до 1.5.

Высокий процент аномалий у сеголеток травяной лягушки в городских группировках связан с неблагоприятными изменениями в химическом фоне среды мест обитания. Наиболее часто аномалии встречаются в зоне II и составляют от 2.9 до 4%,

Как и у остромордой лягушки, разнообразие спектра питания сеголеток *R. temporaria* с ростом урбанизации заметно уменьшается.

Травяная лягушка способна существовать в условиях значительной урбанизации при наличии мест для зимовки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Процесс урбанизации идет быстрее, чем у земноводных успевают выработаться приспособления, позволяющие им существовать в новых условиях. Поэтому некоторые виды амфибий исчезли или исчезают из городских экосистем. Однако часть видов способна существовать в измененных биотопах, благодаря физиологическим приспособлениям, возникающим в пределах нормы реакции.

Знание биологических особенностей каждого из видов амфибий позволяет предполагать, как изменится их видовой состав и распределение с усилением урбанизации.

Городская популяция каждого из видов складывается из отдельных, подверженных разной степени антропогенного воздействия группировок, контакты между которыми с ростом урбанизации ослабевают. Для местообитаний зоны II характерно бытовое и промышленное загрязнение, повышенная минерализация водоемов, высокое содержание сульфатов, масел нефтепродуктов (рис.7, 8, 9, 10), увеличение, в целом, температуры водоемов. Особое значение имеет отсутствие обмена особями с другими группировками при относительно низкой численности. Все это приводит к появлению ряда специфических черт в группировках амфибий, обитающих в зоне II.

Полученные данные позволяют сделать заключение о специфике микропопуляционных процессов в группировках зоны II, т.е. мы вправе считать изолированные группировки этой зоны микропопуляциями, существующими в особых условиях среды и обладающие, в связи с этим, рядом биологических особенностей.

ВЫВОДЫ

1. В зависимости от характера застройки, уровня загрязнения и степени освоения территории человеком в городском ландшафте выделяется 4 зоны, распределение амфибий по которым подчинено определенным закономерностям: I - центральная часть города (лишена земноводных); II - зона многоэтажной застройки, включая территории с несложившимся окончательно архитектурным обликом (заселена, главным образом бесхвостыми амфибиями); III - зона малоэтажной застройки (видовое разнообразие велико, но не все виды размножаются); IV - лесопарковый пояс города (видовой состав характерный для загородного участка).

2. В каждой из зон, выделенных в городской черте, условия обитания амфибий меняются в зависимости от степени урбанизации. В водоемах зоны II, по сравнению с менее урбанизированными участками, увеличена общая минерализация, отмечается повышенное содержание сульфатов, нефтепродуктов и экстрагируемых веществ. Особенностью местообитаний зон II и III является наличие здесь рудеральной растительности, которая практически не встречается в зоне IV и на участке вне городской черты.

3. По способности к существованию в городском ландшафте рассматривавшиеся виды земноводных можно разделить на 4 группы: I - виды, не переносящие или плохо переносящие антропогенное воздействие (*Bufo bufo*, *Hynobius keyserlingi*); 2 - виды, способные существовать в местообитаниях, измененных до определенного уровня (*Triturus vulgaris*, *Rana temporaria*); 3 - виды, хорошо переносящие антропогенное воздействие и осваивающие новые места обитания (*Rana arvalis*); 4 - виды, заселяющие, благодаря деятельности человека, отдельные участки городской черты за пределами своего ареала (*Rana ridibunda*).

4. Большинство группировок земноводных в городской черте представляют собой микропопуляции, существующие в преобразованных в разной степени местообитаниях и сохраняющие, в определенной мере, контакт с группировками пригорода. Пространственно изолированы только наиболее близкие к центральной части города микропопуляции.

5. В местообитаниях городской черты отмечается тенденция к сокращению в целом общего срока развития у сибирского углозуба и травяной лягушки. В городских группировках остромордой лягушки наряду с уменьшением продолжительности общего срока развития наблюдается увеличение срока эмбрионального развития, что, вероятно, обусловлено комплексным загрязнением водоемов, ингибирующим эмбриогенез.

6. Специфика условий наиболее урбанизированных мест обитания (значительный уровень загрязнения, повышенные температуры водоемов), а также изоляция и низкая численность животных приводят к возникновению в группировках амфибий ряда морфологических особенностей. Увеличивается встречаемость морфы *striata* у *R. arvalis*, изменяются некоторые пропорции и размеры тела у сеголеток и' взрослых животных *R. arvalis* и *R. temporaria*. У всех видов возрастает встречаемость морфологических аномалий.

7. Сложные условия воспроизводства амфибий при высокой урбанизации приводят к значительной смертности личинок и сеголеток бурых лягушек.

8. Негативные изменения в структуре группировок земноводных зоны II - резкие изменения в соотношении полов и возрастной структуре у *T. vulgaris*, низкая численность размножающихся животных и снижение в ряде группировок *R. arvalis* количества икринок в комке, а также изоляция и пространственная ограниченность мест обитания приводит к снижению устойчивости и ставит существование таких изолятов в полную зависимость от деятельности человека.

9. Спектр питания взрослых *R. arvalis* и сеголеток *R. arvalis* и *R. temporaria*, обитающих в зоне II обеднен в сравнении с животными из группировок, населяющих участки с меньшим уровнем урбанизации, что отражает снижение разнообразия энтомофауны местообитаний при увеличении антропогенной нагрузки.

10. В биомониторинге, для оценки степени деградации окружающей среды могут использоваться: изменения в соотношении морф и укрупнение размеров тела сеголеток, увеличение встречаемости морфологических аномалий у всех видов, снижение в отдельных группировках плодовитости сибирского углозуба и остромордой лягушки

снижение разнообразия спектра питания животных, происходящие в группировках амфибий под действием антропогенного фактора.

ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ:

1. Вершинин В.Л. Предварительная оценка влияния антропогенных факторов на амфибий Свердловска. - В кн.: Проблемы экологии, рационального использования и охраны природных ресурсов на Урале. Свердловск, 1960, с.117-118.

2. Вершинин В.Л. Распределение и видовой состав амфибий городской черты Свердловска. - В кн.: Информационные материалы Института экологии растений и животных // УНЦ АН СССР. Свердловск, 1980, с.5-6.

3. Вершинин В.Л.. *Rana ridibunda* в черте города Свердловска, - В кн.: Вопросы герпетологии. Л.: Наука, 1981, с. 32-33.

4. Вершинин В.Л., Топоркова Л.Я. Амфибии городских ландшафтов.- В кн.: Фауна Урала и Европейского Севера. Свердловск, 1981, с. 48-56.

5. Вершинин В.Л. Состояние группировок амфибий в черте Свердловска. - В кн.: Вопросы экологии животных. Свердловск, 1982, с. 34.

6. Вершинин В.Л. Городские группировки земноводных как критерий оценки состояния мелких водоемов. - В кн.: Проблемы экологии Прибайкалья, ч I. Иркутск, 1982, с. 8.

7. Вершинин В.Л, Смертность личинок и сеголеток бурых лягушек *Rana arvalis* Nilss. и *Rana temporaria* L. в зависимости от степени урбанизации. - В кн.: Экология, человек и проблемы охраны природы. Свердловск, 1983, с. 89.