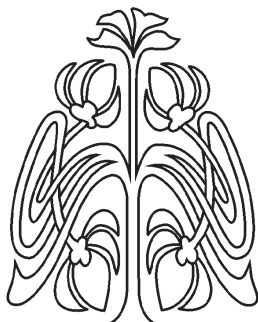
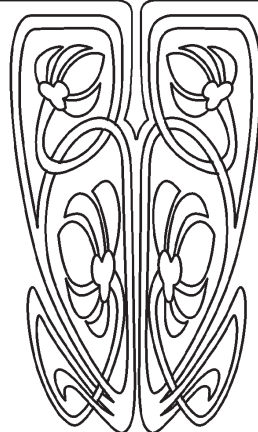




## ЭКОЛОГИЯ



НАУЧНЫЙ  
ОТДЕЛ



УДК [502.175:574.3:623.4] (470.44)

### БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОКРУГ КРУПНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ Г. САРАТОВА

Г. В. Шляхтин<sup>1</sup>, Т. В. Перевозникова<sup>1</sup>, С. Г. Дмитриев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Саратовский государственный университет

E-mail: Perevoznikova@yandex.ru

<sup>2</sup>Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН, Москва

Рассматриваются результаты исследований, реализованных в рамках функционирования системы биологического мониторинга вокруг некоторых промышленных предприятий г. Саратова. Анализируется многолетний опыт биологического мониторинга, показывающий особенности экологической ситуации, складывающейся в промышленной зоне города.

**Ключевые слова:** биологический мониторинг, техногенные объекты, биоиндикация, фауна, виды-индикаторы, урбанизированные территории, экологические проблемы промышленных городов.

#### The Biological Monitoring Around Large Technogenic Objects of the Saratov

G. V. Shlyakhtin, T. V. Perevoznikova, S. G. Dmitriev

The authors study implemented in the framework of the functioning of a biological monitoring system around some industrial enterprises of the Saratov. Analyzed long experience biological monitoring, showing the features of the ecological situation in the industrial area of the city.

**Key words:** biological monitoring, industrial objects, bioindication, fauna, species indicators, urban territories, ecological problems of industrial cities.

Урбанизированные территории представляют собой природно-антропогенные экосистемы, на которых отмечаются различные формы техногенного влияния – образование и хранение бытовых и промышленных отходов, электромагнитное, радиоактивное и шумовое воздействия, активное загрязнение токсикантами природных сред. Именно здесь возникают проблемы, связанные с обеспечением экологической безопасности. В современных условиях одним из факторов обеспечения экологической безопасности является текущий и прогностический экологический мониторинг. Существует несколько уровней экологического мониторинга – глобальный, национальный, региональный, локальный. Региональная система экологического мониторинга функционирует в Саратовской области и вместе с другими направлениями контроля за состоянием природных сред включает биологический мониторинг (БМ). Термин «мониторинг» происходит от латинского слова «монитор», которое обозначает «наблюдающий» или «предостерегающий». В отношении БМ это предполагает постоянное слежение за показателями, которые характеризуют динамическое состояние живых компонентов экосистем. БМ в этом случае представляет собой не только пассивную



констатацию фактов техногенного воздействия, но и направлен на разработку мероприятий по минимизации его негативных последствий для биоценозов. Техногенное влияние на животные и растительные компоненты экосистем может быть зафиксировано разнообразными методами и средствами БМ, выбор которых зависит как от характера техногенного воздействия, так и от структуры изучаемых сообществ.

В этой связи актуальность региональной системы экологического мониторинга в Саратовской области обусловлена тем, что здесь функционирует более 2000 промышленных объектов топливно-энергетического комплекса, машиностроения, химического, нефтехимического и пищевого производства. Фактором неблагоприятной экологической обстановки в г. Саратове является работа не только более 40 крупных промышленных предприятий, но и более 450 тыс. единиц автотранспорта. Ежегодное количество загрязнителей, поступающих в атмосферу города, составляет около 100 тыс. т. Так, в 2012 г. выбросы загрязняющих веществ составили 80.3 тыс. т, в том числе от стационарных источников – 20.2 тыс. т, автотранспорта – 60.1 тыс. т. Уровень загрязнения атмосферного воздуха города характеризуется как высокий: величина индекса загрязнения атмосферы составила по городу 12.6, а по Заводскому району – 12.8 [1]. Увеличению загрязнения атмосферы г. Саратова способствует его расположение в котловине между крутыми береговыми склонами и плато, в то время как архитектурно-планировочная модель городской застройки создает неблагоприятные условия для рассеивания загрязнителей и понижает способность воздушного бассейна к самоочищению.

Учитывая социальную значимость возникающих экологических проблем, начиная с 2000 г. на территории Саратовской области сотрудники Саратовского государственного научно-исследовательского университета им. Н. Г. Чернышевского являются участниками работ по организации и внедрению локальных систем экологического мониторинга вокруг крупных техногенных объектов. Ученые университета организовали и про-

вели биомониторинговые исследования вокруг объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горном [2–13], Балаковской атомной электростанции [14–17], магистрального газопровода в южной части Приволжской возвышенности [18], Астраханского газоконденсатного комплекса [19–21], зон повышенного экологического риска от электромагнитных полей [22, 23], проектируемого железнодорожного моста через р. Волгу в районе г. Саратова (2009–2010), Степновского подземного хранилища газа в Советском районе Саратовской области (2005–2006), Саратовского нефтеперерабатывающего завода (СНПЗ) (2010–2014) и др.

Особое внимание изучению состояния наземных и водных экосистем по биологическим показателям было уделено в промышленно развитом Заводском районе г. Саратова, где расположен старейший в городе СНПЗ. Он находится в центре промышленной агломерации и непосредственно граничит с другими техногенными объектами – ООО «Саратоворгсинтез», Увекской нефтебазой, СМУ-36, бетонным заводом, предприятием «Автоконтейнер», специализированным комбинатом «Радон», нефтеотгрузочными, автомобильными и железнодорожными эстакадами. Данная территория в целом характеризуется высокой степенью урбанизации и множественностью источников негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. Локальная экологическая ситуация усугубляется неблагоприятным расположением СНПЗ на склоне водораздельной возвышенности над долинами рек Черныхи, Назаровки и Волги, множественностью источников загрязнения, разнообразием образующихся загрязнителей, а также последствиями прошлой экологически нерациональной нефтепереработки. Потенциально опасными загрязнителями атмосферного воздуха, водной среды и почв здесь являются пыль, нефтепродукты, диоксид серы, оксиды углерода и азота, формальдегид, бенз(а)пирен [1]. В качестве последствий прошлой нефтепереработки на данной территории наблюдается выход на поверхность нефтяных родников, мочажин и промоин в долинах малых рек Назаровка и Черныха (рис. 1).



Рис. 1. Выход нефтепродуктов на сопредельных с СНПЗ территориях, 2013 (фото авторов)



### Ключевые направления БМ вокруг техногенных объектов г. Саратова

При организации БМ вокруг техногенных объектов г. Саратова особое значение придавалось выбору подходов и методов, с помощью которых можно объективно оценивать состояние экосистем. Используемые в БМ методы должны были не только отвечать определенным требованиям (чувствительность, универсальность, возможность оценки отклонений от оптимума, доступность и т.д.), но и диагностировать состояние живых организмов на разных уровнях их организации. Важнейшим направлением БМ явилась биологическая индикация. По ее показателям определялось состояние окружающей среды на организменном (морфогенетические, физиологические параметры у видов-индикаторов), популяционном (качественный состав, численность, возрастно-половая структура, рождаемость, смертность и др.) и биоценотическом (соотношение экологических групп различных видов беспозвоночных и позвоночных животных) уровнях. В БМ была использована как неспецифическая биоиндикация, когда констатируется лишь неблагоприятное состояние мест обитания живых организмов, так и специфическая, диагностирующая воздействие конкретных неблагоприятных факторов среды на организмы.

В 2010–2014 гг. учеными госуниверситета был применен широкий спектр методов БМ, в том числе проводились мероприятия фонового мониторинга, которые были направлены на оценку биоразнообразия территории, как в непосредственной близости от техногенного объекта, так и на сопредельных с ним участках. Для анализа фонового состояния объектов животного мира на популяционно-биоценотическом уровне были использованы традиционные методы изучения разных групп животных, в том числе дождевых червей (люмбрицид) и рыб: их некоторые популяционные показатели (такие как численность и экологическая стратификация) являются неспецифическими маркерами состояния наземных и водных сообществ. Для биодиагностики состояния почв использовался метод ручного разбора и анализа почвенных проб, для оценки состояния водоемов – традиционные ихтиологические методы.

В БМ вокруг техногенных объектов в г. Саратове также применялся анализ изменчивости билатерально выраженных морфологических признаков у видов-индикаторов (меланизированный рисунок покровов у насекомых; меристических признаков у рыб, таких как число лучей в парных плавниках, число тычинок на первой жа-

берной дуге, число чешуек боковой линии и т.д.). Экспресс-заключение об экологическом состоянии сопредельных с техногенными объектами экосистем было сделано при использовании методики интегральной оценки здоровья среды, предложенной В. М. Захаровым [24–26]. Для целей биоиндикации наземных и водных экосистем с учетом требований к видам-индикаторам выбирались модельные (индикаторные) виды насекомых и рыб, а также отдельные показатели их морфогенетического, цитогенетического и иммунологического гомеостаза.

В качестве показателя морфогенетического гомеостаза у рыб принималась величина флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических структур, которая оценивалась по абсолютному и относительному различию между сторонами. При анализе комплекса меристических признаков, согласно методике В. М. Захарова, использовался интегральный показатель стабильности развития, учитывающий среднюю частоту асимметричного проявления на признак и среднюю величину относительного различия между сторонами тела. На основе существующей пятибалльной шкалы оценки стабильности развития, построенной с учетом интегрального показателя, давалось заключение о состоянии водных экосистем вокруг техногенного объекта. Показатели цитогенетического гомеостаза у индикаторных видов рыб определялись при использовании микроядерного теста и цитологического анализа картины красной крови.

При изучении фенетических признаков и их вариаций у модельных видов насекомых применялись общая и средняя доли асимметричных особей в выборках. Повышение уровня флуктуирующей асимметрии и меланистических форм в локальных популяциях видов-индикаторов указывает на дестабилизацию процесса онтогенеза, которые проявляются даже при незначительном загрязнении их местообитаний. Для неспецифической биоиндикации использовались меланизированные покровы широко распространенных видов жесткокрылых – клопа-солдатика (*Pyrhocoris apterus* L.) и семиточечной божьей коровки (*Coccinella septempunctata* L.). В качестве индикаторов данные виды были выбраны потому, что они достигают высокой численности в локальных популяциях [27, 28]. Например, на участках с различным уровнем антропогенного загрязнения (в районе расположения СНПЗ и на условно ненарушенных (контрольных) участках в пригородной зоне) было собрано более 3 тыс. экз. семиточечной божьей коровки и около 3,5 тыс. экз. – клопа-солдатика.



Использование нескольких подходов и методов позволило получить объективные результаты БМ. Некоторые из них, полученные при оценке состояния наземных и водных экосистем вокруг СНПЗ, представлены ниже.

**Результаты некоторых биомониторинговых исследований вокруг техногенных объектов в г. Саратове**

При изучении рисунка меланизированных покровов *Pyrhocoris apterus* L. в разных точках Заводского района г. Саратова было установлено, что доля особей клопа-солдатика, несущих асимметричные фены меланизированных элементов цвета и рисунка переднеспинки, достигает высоких значений – более 11%. Характер и причины повышения уровня меланизации покровов у клопа-солдатика на загрязненных территориях было детально показано И. В. Батлужкой (2004) [27, 28]. В условиях техногенного воздействия для поддержания гомеостаза насекомые затрачивают большее количество энергии и двигательной активности, что является причиной формирования связи между увеличением объема

поперечно-полосатых мышц груди и местами их прикрепления – наиболее склеротизированными и меланизированными участками кутикулы.

Обобщенный анализ многолетних наблюдений за семиточечной божьей коровкой позволил установить черты фенооблика ее популяций при обитании в антропогенно трансформированных условиях Заводского района г. Саратова. В генеральной выборке было выделено 4 группы фенокомплексов окраски и рисунка покровов (рис. 2). Группа «А» включала особей с типичным, доминирующим вариантом рисунка, который условно был принят за условную норму проявления признака. Группа «Б» была представлена асимметричными вариациями эпигенетической природы. Группа «В» включала насекомых с недостаточной меланизацией покровов, которую наиболее часто объясняют патологическим состоянием, связанным с нарушением синтеза пигментов. Группа «Г», наоборот, характеризовалась избыточной меланизацией покровов, что в настоящее время считается ключевым диагностическим признаком нарушений условий развития организма.

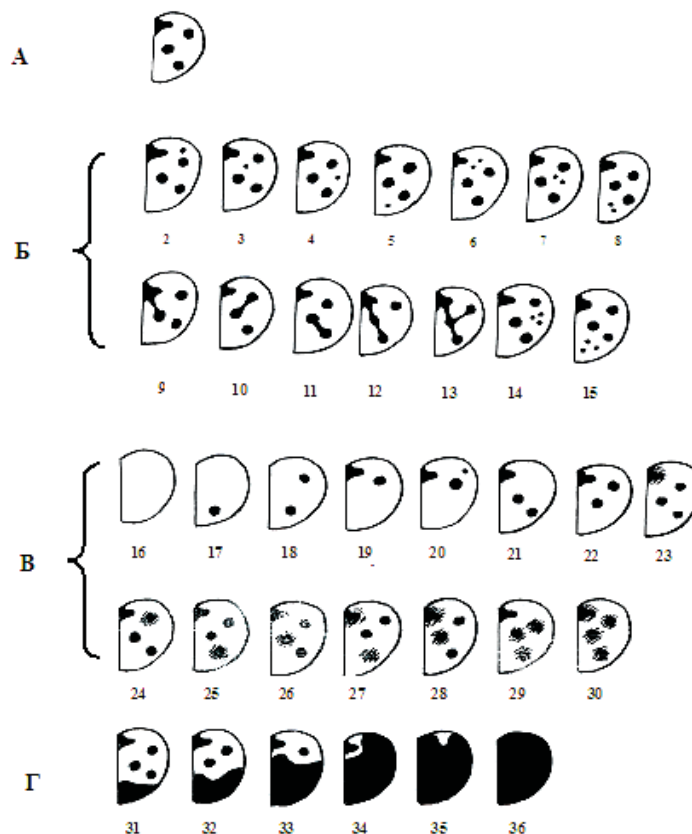


Рис. 2. Фенокомплексы рисунка и окраски надкрыльев у *Coccinella septempunctata* L. в генеральной выборке из Заводского района г. Саратова: 1–36 – вариации фенокомплексов; А–Г – группы фенокомплексов



Анализ фенооблика популяций семиточечной божьей коровки из Заводского района показал, что население жуков обочин автомагистралей и вблизи СНПЗ характеризуется повышенным содержанием вариаций групп «В» и «Г», отличающихся высокой или недостаточной меланизацией покровов. В выборках из контрольных популяций, обитающих в садах и лесонасаждениях окрестностей города и на значительном удалении от него, содержание вариаций групп «А» и «Б» достоверно повышается. Таким образом, чем сильнее антропогенная трансформация и загрязнение среды, тем ниже степень реализации частот, достигаемых фенокомплексами группы «А» и «Б» и выше частота вариаций групп «В» и «Г».

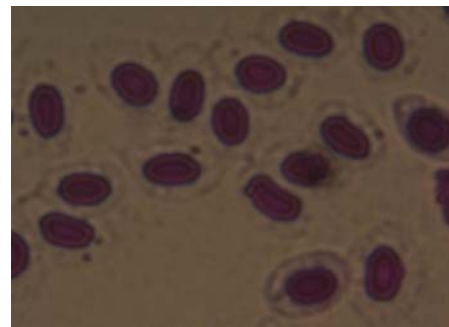
Исследование состояния водных биоценозов на участках рек Черныха и Назаровка, сопредельных с СНПЗ, позволило установить, что качественный состав ихтиофауны здесь отличается невысоким разнообразием: было обнаружено обитание 12 видов – представителей 3 отрядов и 4 семейств. По количеству видов в этих малых реках преобладал отряд Карпообразные, окунеобразные представлены 3 видами. Было отмечено доминирование озерно-речных эвриотопных видов; из реофильных видов зарегистрирован только один – уклейка (*Alburnus alburnus*). Обеднение видового состава ихтиофауны представляет собой наиболее острую экологическую проблему малых водоемов, испытывающих высокую степень загрязнения и замусоривания. По численности в уловах резко преобладал карп обыкновенный (*Cyprinus carpio*), что позволило использовать его в качестве модельного вида для индикации состояния данных малых рек.

Изучение морфологических особенностей карпа обыкновенного позволило обнаружить, что у 40% обследованных особей имелись патологические пигменты, которые располагались на чешуе, поверхности и миотомах туловища, хвостовом, грудных и брюшных плавниках и жабрах. Пигменты являются нелетальными аномалиями у рыб, однако в выборках из разных участков течения рек Назаровка и Черныха они отличались множественностью, большой площадью и кляксообразной формой, что является признаком повышения спонтанного уровня их образования и маркером негативного изменения условий обитания.

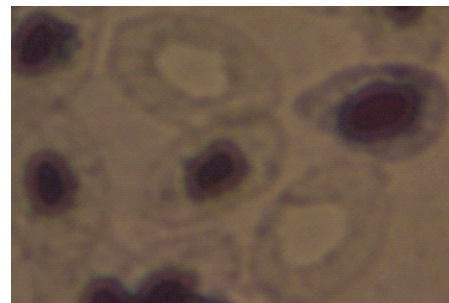
Использование методики интегральной оценки здоровья среды для анализа состояния р. Назаровки показало, что величина интегрального показателя стабильности развития у карпа обыкновенного в выше- и нижележащих относительно СНПЗ пунктах отбора проб составила 0,42

и 0,41 соответственно. По пятибалльной шкале экологической оценки водных экосистем это соответствует четвертому баллу и предкритическому состоянию р. Назаровки (р. Черныха образует ее верхний приток).

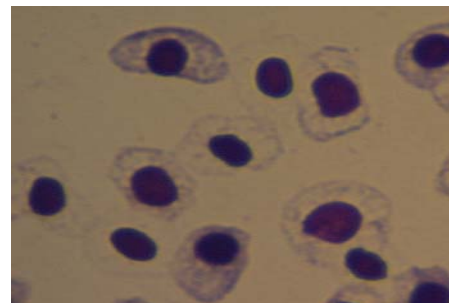
Цитологический анализ картины красной крови карпа обыкновенного из мест пробоотбора выше и ниже СНПЗ диагностировал присутствие 9 видов патологий эритроцитов (эритроциты с амитотическим делением и удвоением ядра, микроядерность, вакуолизация и гипохромасия цитоплазмы, полиморфизм, безъядерность, пойкилоцитоз, анизоцитоз эритроцитов, образование фестончатых контуров и др.). Среди аномалий эритроцитов наиболее частыми были пойкилоцитоз (наличие в крови клеток, резко отличающихся по форме), безъядерность, образование фестончатых контуров и микроядерность (рис. 3).



а



б



в

Рис. 3. Некоторые патологии эритроцитов карпа обыкновенного из водоемов, сопредельных с СНПЗ, 2013 г. (фото авторов): а – микроядра в эритроцитах, б – безъядерные эритроциты, в – пойкилоцитоз



Причины появления указанных патологий могут быть разными: например, образование фестончатых контуров может вызываться нарушением осморезистентности эритроцитов, что часто обусловлено контактом мембран с токсикантами; изменение формы эритроцитов также свидетельствует о патологии плазматической мембраны и осморезистентности клеток; пойкилоцитоз может быть вызван хронической интоксикацией организма различной этиологии. В целом около 4% всех проанализированных эритроцитов карпа обыкновенного имели признаки аномального строения, что в 4 раза выше спонтанной величины их образования, которая в норме составляет не более 1%.

Микроядерный тест, осуществленный в выборках карпа обыкновенного из выше- и нижерасположенных относительно СНПЗ

участков течения р. Назаровки, показал двукратное превышение числа индуцированных микроядер относительно известной частоты их спонтанного образования, составляющей не более 1% (таблица). В ходе микроядерного тестирования отмечались эритроциты с двумя и более микроядрами, прикрепленные и неприкрепленные, крупные и мелкие микроядра. При этом в одной и той же клетке достаточно часто обнаруживалось три и более полиморфных микроядер. Микроядра представляют собой цитоплазматический хроматин, формирование которого связано с нарушениями в ходе митоза и структурными хромосомными повреждениями. Увеличение их частоты в эритроцитах является индикатором мутагенного эффекта на организм и показателем генотоксичности среды обитания.

**Число клеток с микроядрами в эритроцитах периферической крови карпа обыкновенного на разных участках течения рек Черныха и Назаровка, сопредельных с СНПЗ**

Точка сбора материала	Число особей	Число проанализированных эритроцитов	Частота микроядерных эритроцитов, %
Каскадный проточный водоем р. Черныха – верхнего притока р. Назаровка (выше завода)	15	9000	2,13
Приустьевая часть р. Назаровка у места впадения в р. Волгу (ниже завода)	15	10000	2,01

Появление особей обыкновенного карпа с патологиями крови и нарушениями гомеостаза в точках, лежащих как выше, так и ниже СНПЗ, может быть связано с перемещениями рыб по речной системе Назаровка – Черныха, на разных участках которой могут находиться очаги загрязнения. При этом кроме СНПЗ над долинами этих рек располагаются и другие техногенные объекты – ООО «Саратоворгсинтез» и силикатный завод. Последнее означает, что применение биоиндикационного подхода в экологическом мониторинге помогло зафиксировать изменение биотопических условий, влияющих на состояние видов-индикаторов, однако это не может указывать на источник загрязнения изучаемых водоемов. На основе вышесказанного логично будет предположить, что предкритическое экологическое состояние рек Назаровки и Черныха, граничащих с СНПЗ, обусловлено комплексным воздействием промышленных предприятий, о чем свидетельствуют патологические проявления биоиндикаторных показателей у карпа обыкновенного из мест пробоотбора, находящихся как выше, так и ниже нефтезавода.

Биодиагностика состояния почв вокруг СНПЗ была проведена с использованием в качестве биоиндикаторов дождевых червей – до-

минирующей в почвенных сообществах и чувствительной к загрязнениям группы организмов. При предварительном исследовании фоновое состояние люмбрикофауны на трех сопредельных с СНПЗ участках, отличающихся по биотопическим условиям, было зарегистрировано 5 видов дождевых червей – *Lumbricus terrestris*, *L. castaneus*, *L. rubellus*, *Aporrectodea calliginosa* и *A. rosea*. Обнаруженные черви относятся к четырем морфоэкологическим группам: подстилочным, почвенно-подстилочным, норникам, собственно почвенным видам, что свидетельствует о разнообразии и оптимальном характере биотопических условий для люмбрицид на сопредельных с СНПЗ территориях. Однако общая численность люмбрицид на трех модельных участках была невысокой и варьировала от 38 до 78 экз./м<sup>2</sup>. Максимальный показатель численности зарегистрирован на лесопарковом участке, находящемся на расстоянии около 600 м от завода. По численности и обилию здесь доминировал *L. castaneus* (56 экз./м<sup>2</sup> и 71,8 % соответственно), предпочитающий богатые органическими веществами почвы с хорошо обозначенным подстилочным горизонтом. На трансформированных дачном и селитебном участках с плохо выраженным горизонтом А<sub>0</sub> доминировал



*A. caliginosa* (до 34 экз./м<sup>2</sup>), внутрпочвенный вид, способный переносить неблагоприятные условия, образуя защитные внутрпочвенные капсулы. Присутствие других видов люмбрицид имело субдоминантное и непостоянное значение.

Для биодиагностики состояния почв с помощью люмбрицид был также применен метод трансекты (катены), экспозиции которой в зоне разгрузки водоносных горизонтов отличались в вертикальном градиенте и по расположению на разных расстояниях относительно промплощадки СНПЗ. В составе катены были выделены плакорные (элювиальные) участки, транзитные точки на северном и южном склонах Токмаковского оврага и нижние (аккумулятивные) участки, наиболее приближенные к СНПЗ. На модельной катене в 2013 г. было подтверждено присутствие всего двух видов – *L. castaneus* и *A. caliginosa*, из которых по численности доминировал *L. castaneus* (до 46 экз./м<sup>2</sup>). Общая численность всех видов люмбрицид на элювиальных участках варьировала от 53 до 72 экз./м<sup>2</sup>, т.е. находилась в пределах, обнаруженных при фоновом мониторинге.

Общая численность люмбрицид на транзитных участках модельной катены на северном склоне составила от 40 до 45 экз./м<sup>2</sup>, что на 37% меньше по сравнению с данными, полученными на элювиальных участках. На самых приближенных к СНПЗ, нижних (аккумулятивных) и транзитных участках катены на южном склоне, численность дождевых червей имела наиболее низкие показатели (от 0 до 14 экз./м<sup>2</sup>). В этих местах были также зафиксированы «люмбрицидные пустыни», где в большинстве проб, вне зависимости от сезона исследования, полностью отсутствовали черви. Настораживает тот факт, что из разносезонных проб, отобранных в непосредственной близости от промплощадки СНПЗ, резко исчезла *Aporrectodea calliginosa* – обычный вид, хорошо адаптированный к жизни в городских условиях благодаря внутрпочвенному характеру обитания. Причина этого явления может быть связана как с сезонными внутрпочвенными миграциями этих педобионтов, так и с антропогенными изменениями условий обитания в глубоких слоях почвы: в районе отбора почвенных проб средствами экологического мониторинга в разных почвенных горизонтах ежегодно отмечаются нефтепродукты – историческое наследие прошлой экологически необоснованной нефтепереработки. На заре нефтепереработки нефть и нефтепродукты на территории СНПЗ хранились открыто – в нефтяных амбарах (внутрпочвенных котлованах), а нефть поступала

по несовершенным нефтепроводам. Все это становилось причиной миграции нефтепродуктов в сопредельные экосистемы, в том числе в водоносные горизонты, где до настоящего времени регистрируется сохранение керосиновых линз.

При изучении возрастной структуры люмбрицид на модельной катене в весенне-летний период 2013 г. преобладали ювенильная и подростковая (беспоясковая) группы. Широкий возрастной спектр наблюдался на верхних (элювиальных) точках, а на транзитных и аккумулятивных позициях из проб «выпадали» ювенильные формы. Присутствие в выборке червей ювенильных возрастов, с одной стороны, доказывает размножение люмбрицид на участках, сопредельных с нефтезаводом. Однако их исчезновение из проб, отобранных в непосредственной близости от СНПЗ, свидетельствует об уменьшении воспроизводства дождевых червей в этих зонах. Перечисленные факты подтверждают изменение микростациональных условий обитания для дождевых червей на территории, непосредственно прилегающей к нефтезаводу.

Таким образом, в результате комплексных биомониторинговых работ в Заводском районе г. Саратова зарегистрированы увеличение числа меланизированных форм модельных видов насекомых, аномалии внешнего строения и патологии клеток крови у модельного вида рыб, уменьшение численности люмбрицид и изменение их возрастного состава. Все это свидетельствует о существовании на территории промышленной агломерации Заводского района суммарного негативного воздействия антропогенных факторов на экосистемы и их живые компоненты. Реализованные биомониторинговые исследования актуализируют применение современных методов восстановления нарушенных территорий в районе СНПЗ и охраны объектов растительного и животного мира. Например, система производственного экологического мониторинга, которая в настоящее время функционирует на нефтезаводе, предусматривает замкнутость большинства технологических циклов и жесткую регламентацию процессов нефтепереработки, а также включает широкомасштабные мероприятия в борьбе с эколого-историческим наследием нефтезавода. Осуществляются биорекультивация и биоремедиация старых шламонакопителей, перевод на закрытое хранение нефти и серы, введена многоступенчатая система очистки стоков, в том числе с использованием ионизирующего и ультрафиолетового облучения. Эти мероприятия, необходимость которых подтверждается данными биомониторинга, должны минимизиро-



вать техногенное воздействие СНПЗ и прошлой нерациональной нефтепереработки на водные и наземные экосистемы Заводского района и в целом г. Саратова.

### Список литературы

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2012 году. Саратов : Мин-во природных ресурсов и экологии Саратов. обл., 2013. 224 с.
2. Шляхтин Г. В., Климентьев Ю. А., Хохоев Т. Х., Аникин В. В., Завьялов Е. В., Мезин А. А., Нецветаев А. Г. Биоиндикация токсических веществ // Вестн. Удмурт. ун-та. 1994. Спец. вып. С. 193–197.
3. Аникин В. В., Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Малинина Ю. А. Биомониторинг природных экосистем вокруг объектов хранения и уничтожения химического оружия // Химическое разоружение-96. Экология и технология : Chemdet-96 : тез. докл. Всерос. конф. с междунар. участием. Ижевск : Ин-т прикладной механики Уро РАН, 1996. С. 11–13.
4. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Перевозникова Т. В. Теоретические подходы и практические рекомендации по созданию и внедрению системы биологического мониторинга на объектах по уничтожению химического оружия // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2004. Вып. 7. С. 119–130.
5. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Перевозникова Т. В. Экологические и исторические аспекты уничтожения химического оружия в Саратовской области // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. Вып. 8. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2005. С. 88–96.
6. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Перевозникова Т. В. Экологические проблемы уничтожения химического оружия в Саратовской области // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. Вып. 8. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2005. С. 97–105.
7. Шляхтин Г. В., Толстых А. В., Завьялов Е. В., Перевозникова Т. В. Оценка морфогенетического гомеостаза живых компонентов экосистем в системе биологического мониторинга (на примере объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области) // Поволж. экол. журн. Спец. вып. Саратов : РАН, Саратов. филиал Ин-та проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова, 2005. С. 83–102.
8. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Аникин В. В. Биологическое разнообразие и стратегия сохранения фауны севера Нижнего Поволжья // Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья : прошлое, настоящее, будущее : материалы междунар. совещ. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2005. С. 67–69.
9. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Перевозникова Т. В. Интегральная оценка состояния живых компонентов экосистем в биологическом мониторинге объектов по уничтожению химического оружия (на примере пос. Горный Саратовской области) // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. Вып. 9. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2006. С. 82–90.
10. Перевозникова Т. В., Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Березуцкий М. А., Якушев Н. Н., Аникин В. В. Теоретические и практические подходы к выделению модельных площадей как основополагающий этап в организации биомониторинговых наблюдений на объектах по уничтожению химического оружия // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. Вып. 9. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2006. С. 97–102.
11. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Перевозникова Т. В. Опыт эксплуатации системы биологического мониторинга на объекте по уничтожению химического оружия в Саратовской области // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2007. Т. 9, № 1 (19). С. 250–254.
12. Перевозникова Т. В. Система биологического мониторинга вокруг объектов по уничтожению химического оружия (на примере терминала в пос. Горный Саратовской области) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2007. 20 с.
13. Шляхтин Г. В., Перевозникова Т. В. Функционирование системы биологического мониторинга на объекте по уничтожению химического оружия в Саратовской области в 2002–2008 // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2010. Т. 10, вып. 4. С. 66–76.
14. Потапов В. В., Шляхтин Г. В., Шмакова Т. Т., Кузнецова Н. Е. Биоиндикация и биотестирование экосистем // Состояние и проблемы развития эколого-эконом. системы Саратов. области : докл. регион. науч.-практ. конф. Саратов, 3–4 июня 1997 г. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1997. С. 220–221.
15. Гусятников В. Н., Иванченко В. А., Малинина Ю. А., Сомов А. Ю., Шляхтин Г. В. Интегральная экспресс-оценка качества природных и сточных вод малых водоемов г. Саратова // Проблемы экологической безопасности Нижнего Поволжья в связи с разработкой и эксплуатацией нефтегазовых месторождений с высоким содержанием сероводорода: материалы науч.-техн. семинара / под ред. О. Б. Сопруновой. Астрахань : Изд-во АГТУ, 2000. С. 111–115.
16. Галкина Н. В., Шляхтин Г. В. Теоретические основы разработки и внедрения системы биологического мониторинга на Балаковской атомной станции при строительстве и эксплуатации новых энергоблоков // Поволж. экол. журн. 2007. № 1. С. 62–66.
17. Галкина Н. В., Шляхтин Г. В. Экологический контроль и нормирование в системе радиационной безопасности Балаковской атомной станции // Природное наследие России в XXI веке / под ред. Н. Г. Курамшиной. Уфа : Изд-во БашГАУ, 2008. С. 109–111.
18. Беляченко А. В., Шляхтин Г. В., Мосолова Е. Ю., Березуцкий М. А., Баталов А. Е. Оценка видового разнообразия птиц и млекопитающих и прогноз его изменения в зоне строительства магистрального газопровода в южной части Приволжской возвышенности // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2012. Т. 12, вып. 1. С. 88–97.





19. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В. Морфологические и феногенетические индикаторы в мониторинге состояния окружающей среды нефтегазовых месторождений // Проблемы экологической безопасности Нижнего Поволжья в связи с разработкой и эксплуатацией нефтегазовых месторождений с высоким содержанием сероводорода : тез. докл. науч.-техн. конф. Саратов, 27–29 авг. 1996 г. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1996. С. 128–129.
20. Тетельмин В. В., Когдин В. Н., Лескова Г. И., Шляхтин Г. В. Проблемы обеспечения экологической безопасности экспериментальных природоохранных территорий на примере экополигона «Балаково» // Проблемы экологической безопасности Нижнего Поволжья в связи с разработкой и эксплуатацией нефтегазовых месторождений с высоким содержанием сероводорода. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1998. С. 38–45.
21. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Аникин В. В., Золотухин В. В., Спиринов В. П., Киреев Е. А., Табачишин В. Г., Тимофеева Е. Г., Якушев Н. Н., Забалуев С. А., Капранова Т. А., Лобачев Ю. Ю., Синичкина О. В. Комплексная оценка биологического разнообразия территории Астраханского газоконденсатного месторождения // Проблемы экологической безопасности Нижнего Поволжья в связи с разработкой и эксплуатацией нефтегазовых месторождений с высоким содержанием сероводорода. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1998. С. 136–137.
22. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В. Принципы и методы биологического мониторинга зон повышенного экологического риска // Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения : материалы науч.-практ. конф. Саратов, 28–30 авг. 2000 г. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2000. С. 35–36.
23. Шляхтин Г. В., Аникин В. В., Завьялов Е. В., Костецкий О. В., Зотова Е. А. Влияния электромагнитных полей на структуру и динамику биологических систем надорганизменного уровня // Электромагнитная безопасность. Проблемы, пути, решения : материалы науч.-практ. конф. Саратов, 28–30 авг. 2000 г. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2000. С. 34–35.
24. Биотест : Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов / под ред. В. М. Захарова, Д. М. Кларк. М. : Центр экол. политики России, 1993. 68 с.
25. Последствия чернобыльской катастрофы : здоровье среды / под ред. В. М. Захарова, Д. М. Кларк. М. : Центр экол. политики России, 1996. 170 с.
26. Захаров В. М., Баранов А. С., Борисов В. И., Валецкий А. В., Чубанишвили А. Т., Крысанов Е. Ю., Кражева А. Г., Пронин А. В., Чистякова Е. К. Здоровье среды : методика оценки. М. : Центр экол. политики России, 2000. 68 с.
27. Шляхтин Г. В., Батлуцкая И. В. Изучение фенетической структуры природных популяций клопа-солдатика при оценке экологического состояния среды обитания этого вида полужесткокрылых // Экология в теории и практике : в 2 т. Белгород : Изд-во БелГУ, 1992. Т. 1. С. 44–45.
28. Шляхтин Г. В., Батлуцкая И. В. Природа изменчивости меланизированных элементов переднеспинки полужесткокрылых // Сборник трудов молодых ученых / под ред. Е. В. Тонкова. Белгород : Изд-во БелГУ, 1997. С. 173–181.

УДК [598.115.33:575.22] (470.4)

## МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИЙ ВОСТОЧНОЙ СТЕПНОЙ ГАДЮКИ *VIPERA RENARDI* НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

О. А. Помазенко, В. Г. Табачишин<sup>1</sup>

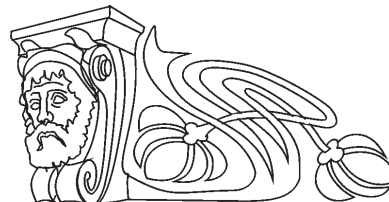
Саратовский государственный университет

E-mail: pomazenko-olesya@mail.ru

<sup>1</sup>Саратовский филиал Института проблем экологии

и эволюции им. А. Н. Северцова РАН

E-mail: tabachishinvg@sevin.ru



Рассматриваются морфологические и генетические различия популяций *Vipera (Pelias) renardi* Саратовской области и других регионов. Анализ морфологических признаков показал однородность исследуемых выборок. По характеру расположения основных щитков между лобным и надглазничными выявлено 39 вариантов. Наибольшее разнообразие комбинаций характерно для гадюк из Калмыкии. По участку гена цитох-

рома с выявлено 8 гаплотипов, по участку гена 12S рРНК – 4 гаплотипа. Наибольшее число замен выявлено у образцов из Предкавказья, Горного Крыма и севера распространения в Поволжье.

**Ключевые слова:** *Vipera (Pelias) renardi*, морфологические различия, генетическая структура, Саратовская область.