

## Глава 7. Проблемы сохранения биоразнообразия на урбанизированных территориях: международный опыт и региональный аспект восстановления городских водотоков

Вшивкова Т.С.<sup>1,2,3</sup>

**Аннотация.** Темпы урбанизации заметно возрастают с каждым десятилетием и создают множество проблем для человечества, в том числе экологических. Одна из главных – уменьшение биологического разнообразия, резкое сокращение численности видов. С увеличением техногенного воздействия на природные экосистемы процесс вымирания видов катастрофически ускорился. Биоразнообразие, основной ресурс и основа стабильности (гомеостаза) биосферы, испытывает антропогенное давление, которое начинает превышать негативные природные воздействия. Защита и восстановление биоразнообразия, его сохранение – главная задача нашего времени, единственный способ сохранить качество и непрерывность человеческой жизни на Земле. В Приморье проблема восстановления городских рек начинает привлекать внимание властей, учёных и общественности, что выражается в совместных проектах по ревитализации городских рек.

**Ключевые слова:** ревитализация; урбанистика; биоразнообразие; пресноводная биота

Показатели урбанизации заметно увеличиваются с каждым десятилетием. В настоящее время больше половины населения Земли проживает в городах. К 2050 году, как считают ученые, общая численность населения составит 9,2 миллиарда и более 80% будут проживать в городах. Общая площадь урбанизированной территории Земли составляет сейчас около 5 млн км<sup>2</sup>, к 2070 г. она достигнет 19 млн км<sup>2</sup>, то есть около 13% территории Земли и более 20% непригодной территории суши будет занята городскими структурами. Процесс урбанизации поставил перед человечеством множество проблем, в том числе экологических. Одна из главных – уменьшение биологического разнообразия, резкое сокращение числа видов. Видовое разнообразие, обусловленное длительным эволюционным процессом, является основой целостности экосистем и всей биосферы. Выпадение нескольких или даже одного вида может привести к нарушению структурно-функциональных связей в природных сообществах, к их деградации и даже полному разрушению.

<sup>1</sup> Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии, ДВО РАН, 690022, Приморский край, г. Владивосток, пр-т 100-летия Владивостоку, 159/1

<sup>2</sup> Международный институт окружающей среды и туризма, Владивостокский государственный университет, 690014, Приморский край, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41

<sup>3</sup> Институт Мирового океана, Дальневосточный федеральный университет, 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, д. 10.

С увеличением техногенного воздействия на природные экосистемы процесс вымирания видов катастрофически ускорился с середины XX века. По некоторым данным, скорость вымирания составляет в среднем 36 тысяч видов в год; по сравнению с естественными эволюционными процессами вымирания видов в прошлом, темпы их исчезновения выросли более чем в тысячу или даже в 10 тыс. раз. Биоразнообразие – основной ресурс и основа устойчивости (гомеостаза) биосферы, испытывают антропогенный пресс, который начинает превышать негативные природные воздействия. Защита и восстановление биоразнообразия, его сохранение – основная задача современности, единственный способ сохранить качество и непрерывность человеческой жизни на Земле [1].

### **Угрозы биоразнообразию на городских территориях**

Развивающиеся города «захватывают» природную территорию видов, которые или приспособляются к новым условиям или вымирают, проигрывая «войну» за территорию. Задача сохранения биоразнообразия в городах – это задача сохранения природных сообществ, которые формируют среду обитания и делают ее благоприятной для человека: регенерируют воздух и воду, смягчают микроклимат, обеспечивают психологический комфорт. Тенденция уменьшения числа видов на урбанизированных территориях следует общему тренду – от окраин к центру города, что связано с промышленным и транспортным загрязнением, повышением уровня застройки, наличием зеленых зон, возможности добычи пропитания. При планировании развития города необходимо учитывать емкость сосуществующих с ним природных экосистем, которая определяется их способностью к регенерации изъятых ресурсов и к регенерации природных резервуаров – воздушного, водного бассейна, земель, а также мощностью потоков биогеохимического круговорота. Разумное планирование городской застройки с учетом экологических факторов развития мегаполиса ради сохранения биоразнообразия, позволяет обеспечить сохранение привычных ниш, создание зеленых массивов, приемлемые условия существования для видов, толерантных к присутствию человека, регенерацию прилегающих природных экосистем. Доказано, что экономически и энергетически выгоднее сохранить нетронутыми «зеленые зоны», чем производить большие затраты на искусственное обеспечение комфортной среды для сохранения биоразнообразия в городе или на восстановление утраченных природных экосистем [2].

При разработке стратегий сохранения биоразнообразия на плотно заселённых территориях следует также учитывать принципиальное отличие

урбанизированных ландшафтов от естественных в смысле формирования генетических паттернов – глубинной основы процесса передачи наследственной информации в процессе эволюции. В крупных природных популяциях естественных ландшафтов ведущая роль в сохранении постоянства генетической структуры популяций принадлежит *естественному отбору*. В мелких изолятах антропогенных ландшафтов преобладают случайные процессы и инбридинг, нарушающие это постоянство, на первое место выходит *дрейф генов*. Из этого следует, что главная проблема охраны биоразнообразия, состоящая в сохранении численности популяций и качества генофонда, не может быть решена человеком только с помощью территориальной охраны, так как она не может остановить процесс деградации генофонда популяций и распада системной организации видов, являющихся основой функционирования охраняемых экосистем. В урбанизированных ландшафтах для сохранения разнообразия видов необходимо учитывать процессы изменения популяционной структурированности видов, происходящие под воздействием человека. В этом может помочь геноурбанонология – направление экологической генетики, позволяющее эффективно и экономически выгодно сохранять, и восстанавливать генетический фундамент экосистем, используя наряду с территориальной охраной эколого-генетическую адаптационную стратегию повышения генетического разнообразия и устойчивости видовых популяций и экосистем в целом [3].

### **Ревитализация водотоков на урбанизированных территориях – первый шаг к зелёному будущему городов**

Городские реки часто страдают от сильного антропогенного влияния, описываемого как “синдром городского потока”, который характеризуется повышенными концентрациями органических и загрязняющих веществ, измененной морфологией русла, снижением биоразнообразия и повышенным доминированием толерантных видов [4].

“Восстановление” городских рек становится все более популярным инструментом для достижения целей управления урбанизированными экосистемами, начиная от видового разнообразия и заканчивая борьбой с наводнениями [5]. Проекты по восстановлению водотоков направлены на восстановление биологических, физических и химических процессов, которые связывают водные, прибрежные и наземные экосистемы [6]. Поэтому при реализации проектов по ревитализации городских водотоков должны учитываться все структурные элементы бассейна и все изменения антропогенного характера с целью их устранения или снижения их влияния на

экосистему для формирования долгосрочной устойчивости восстановленных систем. Оценки успеха восстановления часто фокусируются на конкретных показателях в потоке, с ограниченным вниманием к более широкому бассейну или параллельным гидрологическим и геоморфологическим процессам. Однако, следует учитывать, что водоток – это часть общей речной экосистемы, где все факторы и элементы системы находятся во взаимосвязи, поэтому при осуществлении проектов по восстановлению городских водотоков следует охватывать вниманием весь бассейн с выделением фоновых, не затронутых антропогенным влиянием участков, и участков, находящихся в зонах импакта различного уровня. Всестороннее понимание процессов при в восстановлении городских потоков особенно важно для сравнения с пригородными участками, поскольку «возрождённые» городские потоки могут обеспечить существенные вторичные выгоды для городских жителей [7].

В последние десятилетия международный и российский опыт сохранения биоразнообразия на урбанизированных территориях всё чаще демонстрирует позитивные примеры. Это особенно хорошо видно при реализации проектов по восстановлению таких водотоков. Возрождение городских рек в азиатских и европейских городах следует популярному современному тренду «river as in nature», когда восстановление рек и обустройство побережий происходит в максимальном приближении к естественным природным образцам. Положительные примеры восстановления городских водотоков в «природоприближенном состоянии», можно легко найти в Японии, Китае, Сингапуре, Южной Корее, в западных странах [8]. Такие проекты требуют стратегического планирования, внимания к управлению и крупномасштабных инвестиций. Как показывает опыт восстановительных проектов они часто становятся очень дорогими, длительными по реализации (табл. 1). Однако социально-экологический результат оправдывает все затраты.

**Таблица 1.** Примеры проектов восстановления городских водотоков в мире и их стоимость [8]

Время реализации	Название водотока	Страна	Длина участка (м)	Стоимость проекта
1999	River Marden, Calne	Великобритания	100	Не известно
2000–2011	Isar River, Munich	Германия	8000	€ 35,000,000
2000–2005	Cheonggyecheon River, Seoul	Южная Корея	5800	US \$ 280, 000, 000
2003	Prut Barlad River Basin	Румыния	5500	€ 388,000
2007–2014	River Great Ouse	Англия	2000	€ 1,120,000
2009–2012	Kallang River	Сингапур	3500	€ 4,000,000
2009–2010	River Vidå, Tønder	Дания	1000	€ 1,370,000
2012–2014	Mayes Brook	Англия	1600	€ 3,800,000
2010	Ritobäcken Brook	Финляндия	800	€ 15,000

Для успешной реализации проектов по восстановлению городских водотоков необходима интеграция прибрежных территорий в архитектурно-ландшафтный каркас города, проведение мероприятий по оздоровлению экологического состояния не только водных объектов, но и наземных территорий, создание городских рекреационных пространств. Большую роль при реализации таких проектов играет правильно выстроенная политика взаимовыгодного сотрудничества муниципалитетов, общественности, науки и бизнес-структур.

В Приморье проблема восстановления городских рек только начинает привлекать внимание властей. Однако общественные организации, такие как НОКЦ «Живая вода», ДВМЭОО «ЗЕЛЁНЫЙ КРЕСТ» и др., совместно с учёными ДВО РАН, начали действия по сохранению пресных вод ещё с 2003 года в рамках программы «Russian Clean Water Project», инициировав такие проекты как: «Обустроим родники вместе», «Исследование экологического состояния водотоков п-ова Муравьева-Амурский», «Ревитализация реки Вторая Речка» и др. [9].

При реализации проекта «Исследование экологического состояния водотоков и водоёмов полуострова Муравьева-Амурского и разработка рекомендаций по их восстановлению» отмечено, что в большинстве водотоков, расположенных в центре мегаполиса Владивосток, качество воды на всем протяжении русла по гидрохимическим и микробиологическим показателям не соответствует норме. В водотоках, расположенных в окрестностях города, загрязнены в основном низовые или и средние участки русел. Основные источники загрязнения – несанкционированные сбросы городской канализации, производственных и непромышленных предприятий (школ, больниц, магазинов, бензозаправочных станций), ливневые стоки, а также (в загородной зоне) – неочищенные стоки частного сектора, которые часто не используют локальные очистные сооружения.

Для успешной организации и выполнения восстановительных проектов необходимо совместно с администрацией г. Владивостока, ФГУП «Водоканал» и другими муниципальными службами, отвечающими за состояние канализационной системы города и экологическое состояние окружающей среды, а также совместно с администрацией Приморского края (соответствующими департаментами и отделами) провести инвентаризацию всех стоков, поступающих в водотоки и водоёмы города, а также непосредственно в морскую акваторию; выявить незаконные источники и те, в которых отмечено превышение ПДК загрязняющих веществ – и принять соответствующие меры по наведению порядка. Самый эффективный путь

оздоровить реки – ликвидация источников неочищенных стоков, в том числе, нелегальных. Реки способны восстанавливаться за счёт процессов самоочищения – им нужно только помочь в этом.

Институты ДВО РАН, ДВФУ, ВВГУ, Дальрыбвтуз и общественные экологические организации Приморского края, а также школы города, вовлеченные в проект по мониторингу пресных вод, готовы принять участие в совместной работе с государственными структурами в части проведения биоиндикационных работ и химико-микробиологической оценки. И такие работы уже проводятся [10]. Создание межведомственной группы по организации и проведению исследований экологического состояния водотоков и водоёмов агломерации Владивосток на базе Международного центра экологического мониторинга ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, совместно с вузами и государственными ведомствами, осуществляющих надзор за состоянием поверхностных вод в Приморском крае, могло бы значительно ускорить и расширить научно-исследовательские работы по оценке качества речных вод, необходимые для эффективной организации ревитализационных работ.

Следует отметить, что исследования биоразнообразия пресноводной биоты агломерации Владивосток в последние годы активизировались, в результате учёные с удивлением обнаружили в городских водотоках и водоёмах (практически в центре города) множество интересных, редких и краснокнижных видов [11–15], в том числе – новых для Приморского края и даже новых для науки. Это говорит о том, что нам есть, что защищать и сохранять даже в условиях интенсивной урбанизации. Поэтому власти, науке и общественности следует объединиться и немедленно заняться организацией мероприятий по сохранению городских пресноводных экосистем, чтобы потом не вкладывать астрономические суммы на их восстановление.

### **Заключение**

Обобщение мирового опыта по сохранению биоразнообразия на урбанизированных территориях поможет наметить приоритетные направления в этой области при практической реализации восстановительных проектов. С внедрения положительной практики восстановления городских малых рек следует начинать и планомерное управление природным комплексом города, что позволит значительно снизить экологическое напряжение в городской зоне. Задачи сохранения биоразнообразия и экологической ревитализации малых рек необходимо решать в комплексе с мероприятиями по благоустройству территорий, прилегающих к водным объектам. Проекты по восстановлению

городской среды должны проводиться одновременно с организацией научно-исследовательских работ по оценке биоразнообразия на импактных и фоновых территориях, которые могли сохраниться как в окрестностях города, так и на «островных», нетронутых участках внутри городской инфраструктуры. Такие «изначальные» экосистемы, примеры сохранившихся оригинальных биот, существовавших до антропогенного давления, позволят выявить тренд изменений биоразнообразия в городских экосистемах и подсказать путь к восстановлению утраченных природных первообразов. Агломерация Владивосток – столица Дальневосточного региона РФ, должна стать примером нового отношения к городским территориям, цель которого – сохранение существующего биоразнообразия и восстановление утраченного, что является делом более сложным и затратным.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке грантов Президента Российской Федерации на развитие гражданского общества № 18-2-011758 и № 19-2-023124 и в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема №121031000147-6).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список использованных источников

1. Розенберг, Г.С. Стратегии сохранения биоразнообразия территорий разного масштаба: международный аспект. / Г.С. Розенберг, Л.М. Кавеленова, Н.В. Костина, Н.В. Прохорова, А.Г. Розенберг // Биосфера. – 2021. – Т. 13. – № 1–2. – С. 1–8.
2. Мелехова, О.П. Сохранение биоразнообразия в промышленных и урбанизированных районах. В кн. Сохранение и восстановление биоразнообразия. Колл. авторов. – М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. – 286 с.
3. Макеева, В.М. Геноурбанонология как методологическая основа сохранения биологических ресурсов / В.М. Макеева, А.В. Смуров // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. – Т. 13. – № 1 (6). – С. 1354–1356.
4. Walsh, C.J. The Urban Stream Syndrome: Current Knowledge and the Search for a Cure / C.J. Walsh, A.H. Roy, J.W. Feminella, P.D. Cottingham, P.M. Groffman, R.P. Morgan // Journal of the North American Benthological Society. – 2005. – № 24. – P. 706–723.
5. Bernhardt, E.S. Restoring Streams in an Urbanizing World / E.S. Bernhardt, M.A. Palmer // Freshwater Biology. – 2007. – V. 52. – P. 738–751.
6. Kauffman, J.B. An Ecological Perspective of Riparian and Stream Restoration in the Western United States. / J.B. Kauffman, R.L. Beschta, N. Otting, D. Lytjen // Fisheries. – 1997. – V. 22. – № 5. – P. 12–24.
7. Bain, D.J. Characterizing a major urban stream restoration project: Nine Mile Run (Pittsburgh, Pennsylvania, USA) / D.J. Bain, E.M. Copeland, V.N. Divers, M. Hecht, K.G. Hopkins [et al.] // Journal of the American Water Resources Association (JAWRA). – 2014. – V. 50 (6). – P. 1–14.
8. Rivers by Design: Rethinking development and river restoration. A guide for planners, developers, architects and landscape architects on maximising the benefits of river restoration // Restoring Europe's Rivers. 2013. – URL: <http://www.museum.ru/M2054>

9. Вшивкова, Т.С. Проблемы загрязнения водотоков урбанизированных территорий и пути их решения на примере реки Вторая Речка (Владивосток, Приморский край) / Т.С. Вшивкова, Т.В. Никулина, С.В. Клышевская, К.А. Дроздов, Е.А. Жариков // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – Владивосток: Дальнаука, 2021. – Вып. 9. – С. 43–59.
10. Вшивкова, Т.С. Оценка экологического состояния р. Вторая Речка по показателям макрозообентоса / Т.С. Вшивкова, Т.В. Никулина, К.А. Дроздов, Н.В. Иваненко, Е.О. Сазонов, И.В. Чернышов // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – Владивосток: Дальнаука, 2021. – Вып. 9. – С. 60–70.
11. Вшивкова, Т.С. Ручейники (Insecta, Trichoptera) островов архипелага Императрицы Евгении (Владивосток, Приморский край) / Т.С. Вшивкова, К.А. Дроздов // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – Владивосток: Дальнаука, 2017. – Вып. 7. – С. 51–60.
12. Тесленко, В.А. Веснянки (Insecta, Plecoptera) в водотоках города Владивостока и его окрестностей / В.А. Тесленко // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – Владивосток: Дальнаука, 2017. – Вып. 7. – С. 227–233.
13. Тиунова, Т.М. Поденки (Insecta, Ephemeroptera) водотоков города Владивостока и его окрестностей / Т.М. Тиунова, Е.А. Гороя / Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – Владивосток: Дальнаука, 2017. – Вып. 7. – С. 234–242.
14. Никулина, Т.В. Оценка состояния вод р. Вторая Речка по данным анализа перифитонных диатомовых сообществ (Владивосток, Приморский край) / Т.В. Никулина, Т.С. Вшивкова, Д.С. Чебан, В.П. Невельская // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – Владивосток: Дальнаука, 2021. – Вып. 9. – С. 118–128.
15. Саенко, Е.М. Пресноводные моллюски рода *Buldowskia* (Bivalvia: Unionidae) в водоемах города Владивостока (Приморский край) / Е.М. Саенко // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. – 2021. – Вып. 25. – № 1/2. – С. 106–115.

### Информация об авторах

**Вшивкова Татьяна Сергеевна**, Ph.D., старший научный сотрудник лаборатории пресноводной гидробиологии, Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, заведующая научной лабораторией экологического мониторинга, Международный институт окружающей среды и туризма, Владивостокский государственный университет, доцент Международной кафедры ЮНЕСКО «Морская экология», Институт Мирового океана, Дальневосточный федеральный университет. E-mail: [vshivkova@biosoil.ru](mailto:vshivkova@biosoil.ru).

### Chapter 7. Problems of Biodiversity Conservation in Urbanized Territories: International Experience and Regional Aspect of Urban Watercourse Restoration

Tatyana S. Vshivkova<sup>1,2,3</sup>

**Abstract.** The rates of urbanization are increasing markedly every decade and creates many problems for humanity, including environmental ones. One of the main – is the decrease in biological diversity, a sharp reduction in the number of species. With an increase in man-made impacts on natural ecosystems, the process of species extinction has catastrophically accelerated. Biodiversity, the main resource, and the basis of stability (homeostasis) of the biosphere, is experiencing

<sup>1</sup> Federal Scientific Center of East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 159/1 100-letiya Vladivostoka ave., Vladivostok, 660022 Russia

<sup>2</sup> International School for Environment and Tourism, Vladivostok State University, 41 Gogolya Str., Vladivostok, 690014 Russia

<sup>3</sup> Institute of the World Ocean, Far Eastern Federal University, 10 Ajax Bay, Russky Island, Vladivostok, 690922 Russia



anthropogenic pressure, which begins to exceed the negative natural impacts. The protection and restoration of biodiversity, its conservation is the main task of our time, the only way to preserve the quality and continuity of human life on Earth. In Primorye, the problem of restoring urban rivers is beginning to attract the attention of authorities, scientists, and the public, which is expressed in joint projects to revitalize urban springs and rivers.

**Keywords:** revitalization; urban science; biodiversity; freshwater ecosystems.

#### **Information about authors**

**Tatyana S. Vshivkova**, Ph.D., Senior Researcher of the Laboratory of Freshwater Hydrobiology, Federal Scientific Center of East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of Russian Academy of Science; Associate Professor of the UNESCO International Chair "Marine Ecology", Institute of the World Ocean (School), Far Eastern Federal University (FEFU); Head of the Scientific Laboratory of the Environmental Monitoring, International School for Environment and Tourism, Vladivostok State University. E-mail: [vshivkova@biosoil.ru](mailto:vshivkova@biosoil.ru).