

РОЛЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В РЕШЕНИИ ПРИРОДООХРАННЫХ ЗАДАЧ ПРИ РАЗВИТИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

**В.Н. Большаков, И.А. Кузнецова*, А.В. Гилев,
Л.А. Пустовалова, Е.Н. Подгаевская, Л.Н. Степанов**

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия

* Эл. почта: Kuznetsova@ipae.uran.ru

Статья поступила в редакцию 07.10.2019; принята к печати 11.11.2019

Представлены результаты исследования актуального состояния природных комплексов особо охраняемых природных территорий Свердловской области (региональные природные парки «Оленьи ручьи», «Река Чусовая», «Бажовские места», природно-минералогический заказник «Режевской» и Висимский государственный природный биосферный заповедник). В качестве биоиндикаторов использованы растительные сообщества, сообщества водных беспозвоночных и индикаторная группа наземных беспозвоночных – рыжие лесные муравьи. На основе сравнительного анализа состояния природных комплексов на участках, подверженных рекреационной нагрузке, и на условно ненарушенных участках территории оценена степень рекреационного воздействия.

Ключевые слова: экологический мониторинг, биоиндикация, растительные сообщества, макрозообентос, рыжие лесные муравьи.

THE ROLE OF SPECIAL PROTECTED AREAS IN SOLVING OF NATURE CONSERVATION PROBLEMS ASSOCIATED WITH DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL TOURISM

V.N. Bolshakov, I.A. Kuznetsova*, A.V. Gilev, L.A. Pustovalova,

Ye.N. Podgayevskaya, L.N. Stepanov

Institute of Plant and Animal Ecology, Urals Branch of the Russian Academy of Sciences, Yeakaterinburg, Russia

E-mail: Kuznetsova@ipae.uran.ru

Presented in the paper are the results of the evaluation of current conditions of the natural complexes of special protected areas in Sverdlovsk Oblast: Regional Natural Parks «Olen'i Ruch'i», «Reka Chusovaya» and «Bazhovskiyе Mesta», Mineralogical Preserve «Rzhevskiy», and State Natural Reserve «Visimskiy». Communities of plants and aqueous invertebrates and *Formica rufa* ants were used as bioindicators. Areas under recreation load and conditionally undisturbed areas were compared.

Keywords: environmental monitoring, bioindication, plant communities, macrozoobenthos, *Formica rufa* ants.

Введение

На Всероссийской конференции по развитию особо охраняемых природных территорий (ООПТ), состоявшейся в марте 2019 г. в Сочи, министр природных ресурсов и экологии РФ Дмитрий Кобылкин озвучил три задачи, которые предстоит решить при разработке Концепции развития ООПТ до 2030 г. По информации Российской газеты от 25 марта 2019 г., освещавшей работу конференции, министр отметил, что система российских заповедников в настоящее время нуждается в «перезагрузке», и прежде всего необходимо более четко сформулировать основные направления деятельности ООПТ. Одним из них Д. Кобылкин счита-

ет экотуризм, при реализации которого необходима разработка новых, привлекательных, оригинальных подходов, в том числе с привлечением частных инвестиций. Другими основными направлениями определены модернизация системы охраны ООПТ и ревизия всех заповедников (включая постановку на кадастровый учет).

Предыдущая Концепция развития ООПТ была сформулирована на срок до 2020 г., и основными направлениями деятельности системы ООПТ были: поддержка экологической стабильности территорий, существенно модифицированных хозяйственной деятельностью; воспроизводство в естественных усло-

виях ценных возобновляемых ресурсов, востребованных в экономике; поддержание здоровой среды для жизни людей и создание условий для развития регулируемого туризма и рекреации; реализация эколого-просветительских программ; фундаментальные и прикладные исследования в сфере естественных наук. В начале своего становления заповедники предполагались как организации, основной целью которых являлось сохранение природных комплексов в неприкосновенности при максимальном исключении присутствия человека, признавалась необходимость научного обеспечения поддержания баланса природы. При сравнении документов обращает на себя внимание приоритет развития туризма на охраняемых природных территориях в ближайшие годы и полное отсутствие даже простого упоминания о необходимости научно-исследовательской деятельности ООПТ.

Такая тенденция наблюдается во всем мире [35]. Однако, по нашему мнению, если ставить перед собой задачу развития туризма, прежде всего необходимо грамотно рассчитать допустимые нормы рекреационных нагрузок, разработать схему создания природосберегающей инфраструктуры, что несомненно требует научного обоснования, а значит и актуальных знаний о состоянии природных комплексов ООПТ. Мы не ставим перед собой задачу каким-то образом обсуждать направления, предлагаемые Министром (у каждого периода времени свои особенности), тем не менее, хочется все же остановиться на одном, как нам кажется, довольно серьезном моменте – на необходимости научного обеспечения при планировании и развитии туристической деятельности на особо охраняемых природных территориях.

Следует отметить, что в нашей стране существует строгое разделение организаций по принципу административной подчиненности. В связи с этим все замечания относительно «перезагрузки» ООПТ касаются федеральных заповедников, в том числе биосферных, и национальных парков. Однако на территории Российской Федерации существует большая, если не сказать огромная, сеть региональных и местных ООПТ, решающих во многом такие же задачи – сохранение природы при развитии рекреации. Более того, если принимать за основу деятельности особо охраняемых природных территорий в современный период то, что было озвучено Д. Кобылкиным, следует признать, что уже сегодня региональные ООПТ, природные парки и заказники выполняют их довольно успешно. Каждая крупная ООПТ имеет свой штат охраны, который в состоянии справляться со своей задачей; своевременно уточняются границы охраняемых территорий, регулируются их взаимоотношения с природопользователями. Развитие туризма является одним из основных направлений деятельности региональных ООПТ: наряду с сохранением природ-

ных комплексов идут создание зон рекреации и развитие самых разных форм экологического туризма, экологическое просвещение и воспитание населения. Региональные ООПТ доступны для посетителей: в большинстве своем они расположены в пределах досягаемости, в их границах определены удобные для посетителей рекреационные участки, разработаны туристические маршруты, создана необходимая инфраструктура.

В июле 2019 г. в природном парке Свердловской области «Оленьи ручьи» состоялась межрегиональная конференция ООПТ Урала и прилегающих территорий, в которой участвовало более 30 ООПТ различных категорий. В результате ее работы принято решение о создании Ассоциации региональных особо охраняемых природных территорий. Хочется верить, что это первый шаг к последующей интеграции ООПТ различной административной подчиненности, что, по нашему мнению, крайне целесообразно как для поддержания биоразнообразия природы нашей страны, так и для развития экологического познавательного туризма. И именно роли ООПТ в решении этих двух задач на примере отдельного субъекта РФ, Свердловской области, посвящена данная публикация.

Следует отметить, что при развитии экологического познавательного туризма на состояние природных комплексов ООПТ неизбежно оказываются воздействия, иногда вплоть до нанесения весьма значительного ущерба. Охраняемые территории попадают в ситуацию, по сути своей предполагающую сочетание двух взаимоисключающих направлений деятельности: с одной стороны – сохранение природы в ненарушенном состоянии, с другой – неизбежное воздействие на нее при развитии рекреации и познавательного туризма. В результате перед всеми ООПТ встает большая проблема: как достичь полноценного компромисса между охраной природы и созданием инфраструктуры рекреации и туризма? Задача сложная, однако, как показывает практика деятельности региональных ООПТ Свердловской области, разрешимая, и главное условие для этого – равноценное внимание обоим направлениям. В природных парках «Оленьи ручьи», «Река Чусовая», «Бажовские места», природно-минералогическом заказнике «Режевской» конфликт между природоохранной и экопросветительской деятельностью сведен к минимуму. Достигнуто это, прежде всего, созданием хорошо развитой и грамотно спланированной инфраструктуры, обеспечивающей проведение просветительской и туристической деятельности на строго определенных участках, наглядную информацию о состоянии и деятельности ООПТ, контроль за соблюдением правил поведения посетителей и туристов. Кроме того, регулярно осуществляется контроль состояния территории – экологический

мониторинг природной среды. В ходе его выполнения оценивается состояние рекреационных участков, в том числе туристических маршрутов и биотопически соответствующих им ненарушенных участков. Сравнение получаемых результатов исследований позволяет обнаружить изменения в состоянии природных комплексов при антропогенной нагрузке, определить степень и характер рекреационной нагрузки, разработать рекомендации по реабилитации территории и по оптимизации дальнейшего развития туристической деятельности.

Экологический мониторинг состояния природных комплексов на территории природных парков и заказника выполняется сложившимся коллективом научных сотрудников Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук совместно с Правительством Свердловской области на централизованной договорной основе. В 2016 г. к программе мониторинга присоединился биосферный резерват, находящийся под эгидой ЮНЕСКО, – Висимский государственный природный биосферный заповедник (далее – Висимский заповедник), где проведена контрольная оценка состояния природной среды рекреационного участка его охранной зоны.

Основные положения и принципы ведения комплексного экологического мониторинга разработаны непосредственно самими исполнителями работ [17] и подробно изложены в журнале «Биосфера» [4]. Сегодня постоянными объектами для ежегодных наблюдений являются растительные сообщества и макрозообентос основных водотоков. В дальнейшем предполагаются повторные, с постоянным интервалом в 5–7 лет, исследования полного спектра наблюдаемых параметров (кроме указанных, еще и сообщество дереворазрушающих грибов, наземные беспозвоночные и птицы). Особого внимания при оценке состояния природных комплексов охраняемых территорий заслуживает внедрение в растительные сообщества инвазивных (наиболее агрессивных из занесенных человеком) видов. В настоящее время отмечены лишь единичные случаи встречи с такими видами, а именно – с яблоней ягодной и иргой колоистой. Однако с учетом их способности к активному завоеванию пространства можно ожидать дальнейшего увеличения их присутствия в растительных сообществах и даже вытеснения каких-то видов местной флоры. В таком случае следует своевременно применить меры, регулирующие их агрессивное распространение.

Общий подход к оценке состояния природных комплексов ООПТ различных категорий, имеющих существенные различия в направлениях своей деятельности, позволяет оценивать состояние природной среды охраняемых территорий всего региона. Результаты ежегодных исследований позволяют координировать

потоки посетителей в пределах области, что немало важно как для сохранения уникальных природных комплексов, так и при реализации планов развития туризма.

Состояние растительных сообществ охраняемых природных территорий Свердловской области

Растительный покров является одним из основных объектов воздействия многих видов хозяйственной деятельности человека. Индикационная роль растительности основана на ее реакции в ответ на разные типы антропогенного воздействия. Основная цель фитомониторинга – накопление информации о состоянии растительного мира и растительных ресурсов [17].

Для оценки современного состояния растительного покрова природных парков «Оленьи ручьи», «Река Чусовая», «Бажовские места», природно-минералогического заказника «Режевской» на их территории сформирована сеть площадей ботанического мониторинга. Наблюдения ведутся на 24 постоянных пробных площадях двух типов: ненарушенные (типичные для района исследований первичные сообщества, рассматриваемые в качестве контрольных при исследовании рекреационного воздействия) и нарушенные, расположенные в сходных биотопических условиях на рекреационных участках (производные сообщества смотровых площадок, туристических полей и т. п.). Объектами наблюдений являются:

- 1) популяции редких и исчезающих видов растений, включенных в Красную книгу Свердловской области [18];
- 2) популяции инвазивных видов растений, распространение которых создает угрозу биологическому разнообразию;
- 3) растительные сообщества на наиболее посещаемых туристических маршрутах, преобразованные в ходе рекреационной деятельности.

На первом этапе исследований (2012–2015 гг.) выявлен видовой состав сообществ с особым вниманием к охраняемым видам растений, прослежена естественная динамика фитоценозов, определен современный уровень синантропизации растительности. Помимо этого для каждой ООПТ созданы пространственно ориентированные банки данных: повторных ландшафтных фотографий и геоботанических описаний (144 описания, выполненные по стандартным методикам). В результате четырехлетних наблюдений за состоянием флоры и растительности процессы естественной и антропогенной динамики растительного покрова этих ООПТ можно охарактеризовать следующим образом.

Растительным сообществам на контрольных, не подверженных активной рекреации площадках свойственны высокое видовое разнообразие и сложная

структура. В то же время они достаточно устойчивы, доминанты не меняются на протяжении всего периода наблюдений. Изменения, происходящие в таких растительных сообществах, обусловлены преимущественно природными режимами, а на отдельных участках связаны с естественной возрастной динамикой, восстановлением после пожаров, ветровалов и других природных нарушений. Состояние растительного покрова на участках, подверженных антропогенному воздействию, при современных уровнях рекреационной нагрузки стабильно на протяжении всего этапа наблюдений. Это позволило заключить, что на рекреационных участках сформировались производные синантропные сообщества. Для них характерно снижение проективного покрытия и высоты травостоя по сравнению с ненарушенными территориями, значительное участие синантропных видов в составе сообщества, при уменьшении числа индигенных видов (аборигенных видов естественных местообитаний). При этом обнаруженные изменения растительности локальны, сосредоточены преимущественно на туристических маршрутах, возле троп и дорог [15].

В дальнейшем на контрольных и антропогенно трансформированных участках всех исследованных ООПТ сохраняется высокое видовое разнообразие (табл. 1). Такие результаты соответствуют заключению акад. П.Л. Горчаковского [9]: при умеренных антропогенных нагрузках флористическое разнообразие не снижается.

Число охраняемых видов в ненарушенных растительных сообществах выше (табл. 1), чем на участках, подверженных рекреационному воздействию, где эти виды с небольшим обилием или единично сохраняются в труднодоступных местах. За годы исследований на мониторинговых площадях зафиксиро-

вано присутствие 9 видов растений, включенных в Красную книгу Свердловской области [18]: венерин башмачок крапчатый *Cypripedium guttatum* Sw.; гудайера ползучая *Goodyera repens* (L.) R. Br.; любка двулистная *Platanthera bifolia* (L.) Rich.; пальчатокоренник гебридский *Dactylorhiza hebridensis* (Wilmott) Aver.; дремлик зимовниковый *Epipactis helleborine* (L.) Crantz; дремлик темнокрасный *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess.; лилия волосистая *Lilium pilosiusculum* (Freyn) Misch.; наперстянка крупноцветковая *Digitalis grandiflora* Mill.; прострел уральский *Pulsatilla uralensis* (Zamels) Tzvel. Все выявленные местонахождения сохраняются на протяжении всех лет исследований; более того, в природном парке «Бажовские места» отмечено некоторое увеличение площади, занимаемой популяцией венерина башмачка крапчатого.

Число синантропных видов существенно выше на участках, подверженных антропогенному воздействию (табл. 1). Здесь синантропные виды составляют более трети от общего числа видов, что, согласно классификации П.Л. Горчаковского [9], соответствует сильной антропогенной трансформации сообществ (уровень III). При этом фитоценотическая роль синантропных видов очень велика: они слагают основу сообществ на рекреационных участках. На контрольных площадях антропогенная трансформация растительных сообществ невысока, в их видовом составе синантропные виды составляют не более 10%.

Процесс синантропизации в изученных ООПТ осуществляется за счет представителей местной флоры, устойчивых к антропогенному воздействию, – апофитов (97–100% общего числа синантропных видов), а участие инорайонных видов незначительно. Особого внимания заслуживает тот факт, что в 2017 г.

Табл. 1

Основные фитоценотические параметры растительных сообществ мониторинговых площадей региональных ООПТ в 2018 г., средние значения (n = 3)

Показатель	ООПТ							
	Природный парк «Оленьи ручьи»		Природный парк «Река Чусовая»		Природный парк «Бажовские места»		Заказник «Режевской»	
	к	р	к	р	к	р	к	р
Общее число видов сосудистых растений	48,0 ± 5,3	32,3 ± 5,1	32,7 ± 9,1	46,7 ± 6,5	44,3 ± 9,9	41,3 ± 7,0	47,7 ± 0,6	41,7 ± 5,1
Число охраняемых видов	2,7 ± 1,5	0,3 ± 0,6	0,7 ± 0,6	0,6 ± 0,6	2,7 ± 1,5	0	1,0 ± 1,0	0
Число синантропных видов	2,0 ± 1,0	11,5 ± 6,4	1,3 ± 1,5	16,3 ± 1,5	3,3 ± 0,6	13,7 ± 5,5	3,3 ± 1,5	19,0 ± 1,7

Примечание: к – контрольные площади; р – площади, подверженные рекреации.

в составе кустарникового яруса растительных сообществ природного парка «Бажовские места» зарегистрировано внедрение двух инвазивных видов: яблоня ягодная *Malus baccata* (L.) Borkh. и ирга колосистая *Amelanchier spicata* (Lam.) Koch. (единичные случаи), и в 2018 г. они отмечены в тех же местобитаниях. Ранее, в 2012 г., ирга колосистая была отмечена нами у границы парка на обочине автодороги г. Сысерть – пос. Верхняя Сысерть. Эти виды включены в «Черный список» флоры Свердловской области, в перечень 100 потенциально опасных заносных видов растений [29]. В конспекте флоры «Долины реки Серги» [26] в пределах природного парка «Оленьи ручьи» и в предварительном списке сосудистых растений природного парка «Река Чусовая» [10] они не приведены (флористические сводки природного парка «Бажовские места» и природно-минералогического заказника «Режевской» в настоящий момент отсутствуют). Появление этих видов в природном парке «Бажовские места», очевидно, связано с его наиболее южным расположением по сравнению с иными ООПТ: южные территории Свердловской области отличаются повышенным видовым богатством чужеродных растений. Следует отметить, что, оценивая участие инвазивных кустарников и деревьев в составе сообществ в лесопарках г. Екатеринбурга, Д.В. Ве-

селкин и соавт. [5] установили, что 6 из них (яблоня ягодная *Malus baccata*; ирга колосистая *Amelanchier spicata*; клен американский *Acer negundo* L.; барбарис обыкновенный *Berberis vulgaris* L.; кизильник блестящий *Cotoneaster lucidus* Schlecht; черемуха виргинская *Padus virginiana* (L.) Mill.) составляют 27% всей численности подлеска. Эти данные свидетельствуют о высокой трансформированности подлеска лесопарков Екатеринбурга, также включенных в региональную сеть ООПТ. Прилегающие к границам ООПТ лесные районы в значительной степени освоены человеком и поэтому не могут служить барьером в распространении чужеродных видов растений. В связи с этим необходим самый тщательный контроль за динамикой популяций инвазивных видов, поскольку они способны изменять облик естественных экосистем, вытесняя или препятствуя возобновлению видов природной флоры.

В 2018 г. завершен трехлетний этап изучения состояния растительности рекреационного участка охранной зоны Висимского заповедника. За эти годы составлен подробный банк данных флористического разнообразия этой территории, включающий списки видов сосудистых растений на каждой пробной площади, дана подробная характеристика изученных сообществ по основным фитоценотическим параме-

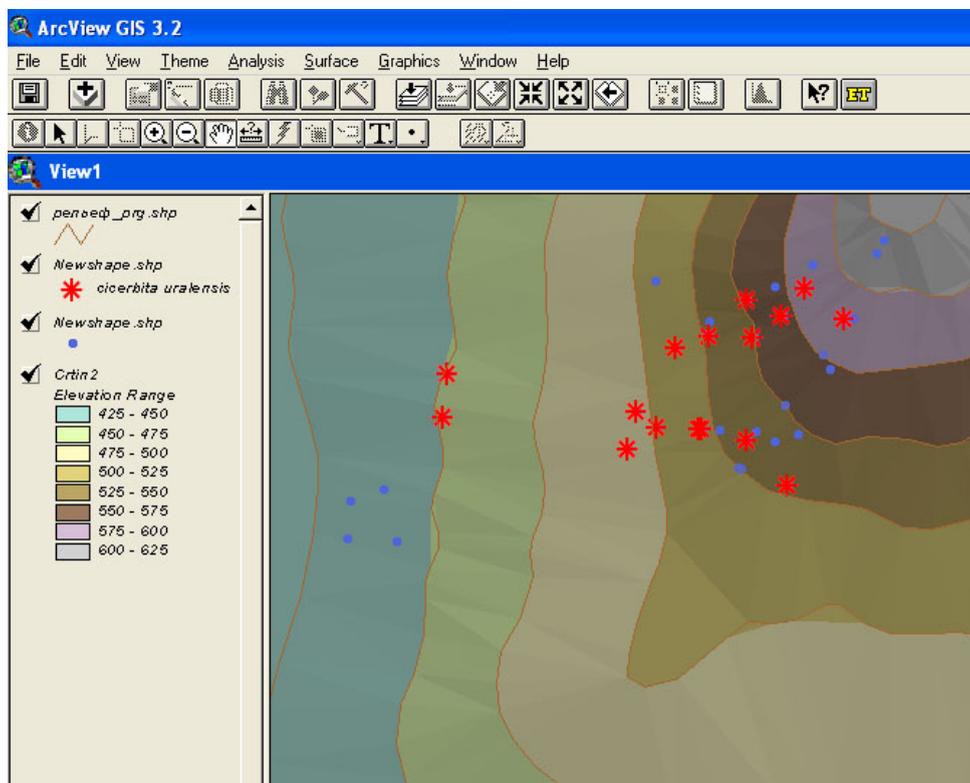


Рис. 1. Пример регистрации местонахождения редких видов растений на территории рекреационного участка охранной зоны Висимского заповедника. Синие точки – пробные площади. Красные звездочки – местонахождения цицербиты уральской

трам [20, 30], создана региональная геоинформационная система (ГИС), включающая данные о местонахождении видов охраняемых растений (рис. 1).

На мониторинговых площадях рекреационного участка охранной зоны Висимского заповедника в 2017 г. зарегистрированы 220 видов сосудистых растений [30], в 2018 г. при включении в число пробных площадей участка входной группы список дополнен и включает 225 видов. Флора всего Висимского заповедника, площадь которого составляет 335 км², насчитывает 492 вида [3]; таким образом, в районе туристического комплекса на площади 4 км² выявлено 45% общего числа видов этой ООПТ.

На исследуемой территории отмечены 3 вида, включенные в Красную книгу Свердловской области [18]: любка двулистная *Platanthera bifolia* (L.) Rich.; лилия волосистая *Lilium pilosiusculum* (Frey) Miscz. и цистербита уральская *Cicerbita uralensis* (Rouy) Beauverd. Синантропные виды составляют 27% общего числа выявленных видов, тогда как доля их во флоре всего Висимского заповедника – 19,7% [33]. Значительное участие синантропных растений во флоре участка, на котором туристический комплекс только начинает свою деятельность (сдан в эксплуатацию летом 2018 г.), обусловлено длительным антропогенным воздействием (рубки, сбор дикоросов и т. д.) на лесные сообщества вблизи заповедника в прошлые годы. Инвазивные виды растений на рекреационном участке не обнаружены, хотя восточнее, вблизи населенного пункта (пос. Карпушиха) в охранной зоне Висимского заповедника в 2017 г. была отмечена яблоня ягодная [30].

Построена классификация растительных сообществ исследуемой территории с использованием коэффициента Серенсена (K_s), количественная форма. Сходство изученных фитоценозов определено с применением модуля статистической обработки GRAPHS [22]. Выделены следующие группы растительных сообществ:

I – редины, преимущественно открытые участки с преобладанием лугово-лесного высокоотравья;

II – пихтово-еловые леса липняковые с участием неморальных видов (характерных для широколиственных лесов) и производные на их месте березовые и осиновые леса;

III – пихтово-еловые леса зеленомошные на грубо-обломочных россыпях (курумах), распространенные в подпоясе субнеморальных (хвойных с широколиственными породами) лесов;

IV – березово-еловые и пихтово-еловые леса разнотравно-вейниковые, производные от пихтово-еловых зеленомошных (пояс темнохвойных бореальных (хвойных лесов умеренной зоны Северного полушария) на высоте 450–500 м над уровнем моря).

Обособленно расположены дороги и поляны, сходство растительности которых как между собой, так и с другими группами сообществ невысокое. Эта классификационная схема согласуется с типологией лесных сообществ Висимского заповедника, ранее представленной В.А. Кирсановым и соавт. [16].

Видовое богатство растительности пробных площадей высокое, межгодовые изменения незначительны (табл. 2).

Во всех контролируемых естественных растительных сообществах рекреационного участка охранной зоны Висимского заповедника степень антропогенной трансформации, оцениваемая долей синантропных видов в описании, на протяжении всех трех лет исследований сопоставима и в среднем составляет $20 \pm 6\%$. Уровень антропогенной трансформации растительных сообществ дорог и полей остается высоким, доля синантропных видов в растительных сообществах в 2017 г. составила $44 \pm 14\%$ [30], в 2018 г. – $41 \pm 13\%$. В целом результаты трехлетних исследований свидетельствуют, что растительные сообщества рекреационного участка охранной зоны Висимского заповедника слабо антропогенно трансформированы,

Табл. 2

Видовое богатство на пробных площадях мониторинга рекреационного участка охранной зоны Висимского заповедника в 2017–2018 гг.

Группа фитоценозов	Число видов (среднее по пробным площадям)	
	2017 г.	2018 г.
II и IV (березово-еловые, березовые и осиновые леса разнотравно-вейниковые на месте пихтово-еловых лесов)	$46 \pm 9,7$	$47,3 \pm 8,9$
III (пихтово-еловые леса зеленомошные на курумах)	$29,8 \pm 8,8$	$31,0 \pm 10,0$
I (редины)	$34,8 \pm 8,4$	$34,8 \pm 8,2$
Дороги и поляны	$51,8 \pm 12,9$	$56,0 \pm 10,4$

повышения уровня антропогенной нагрузки не выявлено. Об этом также свидетельствует то, что на протяжении всего периода наблюдений в сообществах присутствуют редкие виды растений, внесенные в Красную книгу Свердловской области. Полученные результаты исследований позволяют судить о начальном уровне антропогенной трансформации, относительно которого в дальнейшем будут прослежены степень и характер изменений состояния растительных сообществ, связанных с развитием рекреационной деятельности на этой территории.

Рыжие лесные муравьи как индикатор состояния природных комплексов охраняемых территорий

Рыжие лесные муравьи (группа *Formica rufa*) – одна из ключевых групп наземных беспозвоночных, достигающая очень высокой численности, активно преобразующая среду и играющая очень важную роль в лесных биоценозах. Все виды рыжих лесных муравьев строят крупные хорошо заметные наземные гнезда, длительное время существующие на одном месте. Это обстоятельство при развитии туризма и рекреации особенно важно. Во-первых, муравейники рыжих лесных муравьев являются очень привлекательными объектами, существенно увеличивающими эстетическую ценность участка леса. Не случайно муравейники все чаще становятся основными или дополнительными объектами экологических троп и туристских маршрутов. Широко известна «Тропа муравейников» в Кенозерском национальном парке (Архангельская область), муравейники представлены на экологических тропах национального парка «Угра» (Калужская область), заповедника «Нургуш» (Кировская область), в экспозиции музея-заповедника «Малые Корелы» (Архангельская область) и других ООПТ. Подобные разработки ведутся и в других национальных и природных парках [7]. Во-вторых, в силу тех же самых причин муравейники являются крайне уязвимыми объектами, страдающими от разного рода негативных антропогенных факторов, избыточного внимания недостаточно экологически грамотных посетителей, включая прямое повреждение и разрушение муравейников. В зонах сильной рекреационной нагрузки рыжие лесные муравьи исчезают совсем или становятся очень редкими [8, 31, 34, 36 и др.]. Благодаря этим особенностям муравьи представляют собой весьма перспективный объект для мониторинга [11–14], тем более что многие признаки, характеризующие состояние отдельных муравейников и их комплексов (размеры, форма, число троп, степень зарастания, наличие повреждений и т. д.), можно фиксировать прижизненно, без повреждения и разрушения объекта, и многократно в течение длительного времени. В мирмекологическом заказни-

ке «Верхняя Клязьма» ежегодный мониторинг модельных комплексов ведется уже более 50 лет [14].

В настоящее время в России развернута программа «Мониторинг муравьев формика» [19], нацеленная на длительное комплексное изучение рыжих лесных муравьев и близких к ним видов с целью получения новых фундаментальных знаний о биологии и экологии этой группы в различных природных зонах России, оценки состояния и перспектив развития модельных поселений, вопросов их охраны и возможности использования этой группы как в традиционной для них области, биологической защите леса, так и в качестве видов-индикаторов естественных и антропогенных трансформаций окружающей среды.

Исследование состояния комплексов муравейников в условиях рекреационной нагрузки на территории природных парков «Оленьи ручьи», «Река Чусовая», «Бажовские места», природно-минералогического заказника «Режевской» проведены с 2012 по 2016 г. В каждом парке заложены учетные маршруты на участках с наибольшей рекреационной нагрузкой (наиболее посещаемых, вблизи наиболее привлекательных природных объектов) и в менее посещаемых частях парков, которые служили контролем.

При длительном мониторинге в модельных комплексах возможно использование большого числа параметров, которые дают полную картину состояния комплекса и всех семей, входящих в него, его динамику и позволяют сделать достаточно точный прогноз его дальнейшего развития [14]. В наших исследованиях такая задача не ставилась, необходимо было выбрать параметры для экспресс-оценки состояния комплексов, чему наилучшим образом соответствуют численность муравейников на учетных маршрутах и динамика размерных характеристик гнезд.

В 2012–2013 гг. на территории парков были проведены первые учеты, заложены маршруты в зонах рекреации и в контроле, выбраны муравейники для дальнейших наблюдений. В последующие годы на этих маршрутах проводили наблюдения, фиксируя все изменения. Результаты учетов приведены в табл. 3 и на рис. 2.

Для всех контролируемых участков охраняемых природных территорий отмечены сходные тенденции, что может свидетельствовать как о действии одинаковых факторов, связанных с рекреацией, так и о правильности выбранных нами методов и подходов для ее оценки. Практически во всех случаях в условиях рекреации происходит снижение числа муравейников, иногда довольно значительное, тогда как в контроле этот показатель остается стабильным на протяжении всего времени учета (табл. 3). Практически всегда муравейники в контроле крупнее, чем на рекреационных участках, причем эта разница сохраняется в течение всего времени наблюдений (рис. 2).

Табл. 3

Численность муравейников на учетных маршрутах на территории исследованных ООПТ

ООПТ	Маршрут	Год учета				
		2012	2013	2014	2015	2016
Бажовские места	Рекреация	10	11	9	8	4
	Контроль	6	6	6	6	6
Река Чусовая	Рекреация	7	9	9	7	8
	Контроль	–	4	3	4	4
Оленьи ручьи	Рекреация	1	1	1	0	0
	Контроль	7	7	7	7	6
Режевской заказник	Рекреация	18	18	13	11	8
	Контроль	14	15	14	14	–

Важно отметить, что практически во всех случаях и в контроле, и в рекреации присутствует один и тот же вид муравьев. В природном парке «Река Чусовая» и в Режевском минералогическом заказнике это северный лесной муравей *F. aquilonia*. В природном парке «Бажовские места» это малый лесной муравей *F. polystena*, но в рекреации появляется заметная доля гнезд лугового муравья *F. pratensis*. Это немного сказывается на результатах – у лугового муравья гнезда меньше, чем у малого лесного, однако это же может служить и еще одним свидетельством изменения среды обитания под действием рекреации – луговой муравей предпочитает более открытые, сухие, прогреваемые местообитания. В природном парке «Река Чусовая» размеры муравейников в контроле и рекреации практически не различаются, что свидетельствует о невысокой рекреационной нагрузке в сравнении с другими ООПТ (рис. 2, в, з), однако динамика размерных показателей на рекреационном участке выражена сильнее, что может свидетельствовать о большей нестабильности местообитания.

Наиболее сильное воздействие рекреационной нагрузки отмечено в Режевском заказнике, на участке, доступном для легкового автотранспорта. За период наблюдений здесь произошло существенное сокращение числа муравейников и уменьшение их размеров (табл. 3, рис. 2, д).

В Висимском заповеднике учеты проводились в 2016–2018 гг. на трех маршрутах – в окрестностях технологической дороги, по которой осуществляется подвоз необходимого оборудования для экологического стационара, в окрестностях экологической тропы и на контрольном, условно ненарушенном участке. Контрольный маршрут заложен в 2017 г. параллельно экологической тропе вне пределов видимости при ее прохождении.

Следует отметить, что ряд обстоятельств делают территорию рекреационного участка охранной зоны заповедника уникальным полигоном для экологического мониторинга. Во-первых, к мониторингу приступили до начала функционирования экологической тропы и стационара, что позволяет оценить состояние природных комплексов до рекреации и изучать происходящие изменения с самого начала антропогенного воздействия. Во-вторых, все учетные маршруты фактически охватывают один большой комплекс муравейников, что позволяет оценить воздействие рекреационной нагрузки в чистом виде, без искажающего влияния других факторов. И, в-третьих, это наличие крупного поселения волосистого лесного муравья *F. lugubris*, который является редким видом в Свердловской области. Это второй известный на сегодня крупный комплекс данного вида на ее территории [20]. Результаты трехлетних наблюдений приведены в табл. 4 и на рис. 3.

Табл. 4

Численность муравейников на учетных маршрутах рекреационного участка охранной зоны Висимского заповедника

Маршрут	Год учета		
	2016	2017	2018
Технологическая дорога	6	4	4
Экологическая тропа	10	10	10
Контроль	–	6	7

В целом состояние населения рыжих лесных муравьев в районе исследований стабильно. Наиболее ощутимо антропогенное воздействие в районе тех-

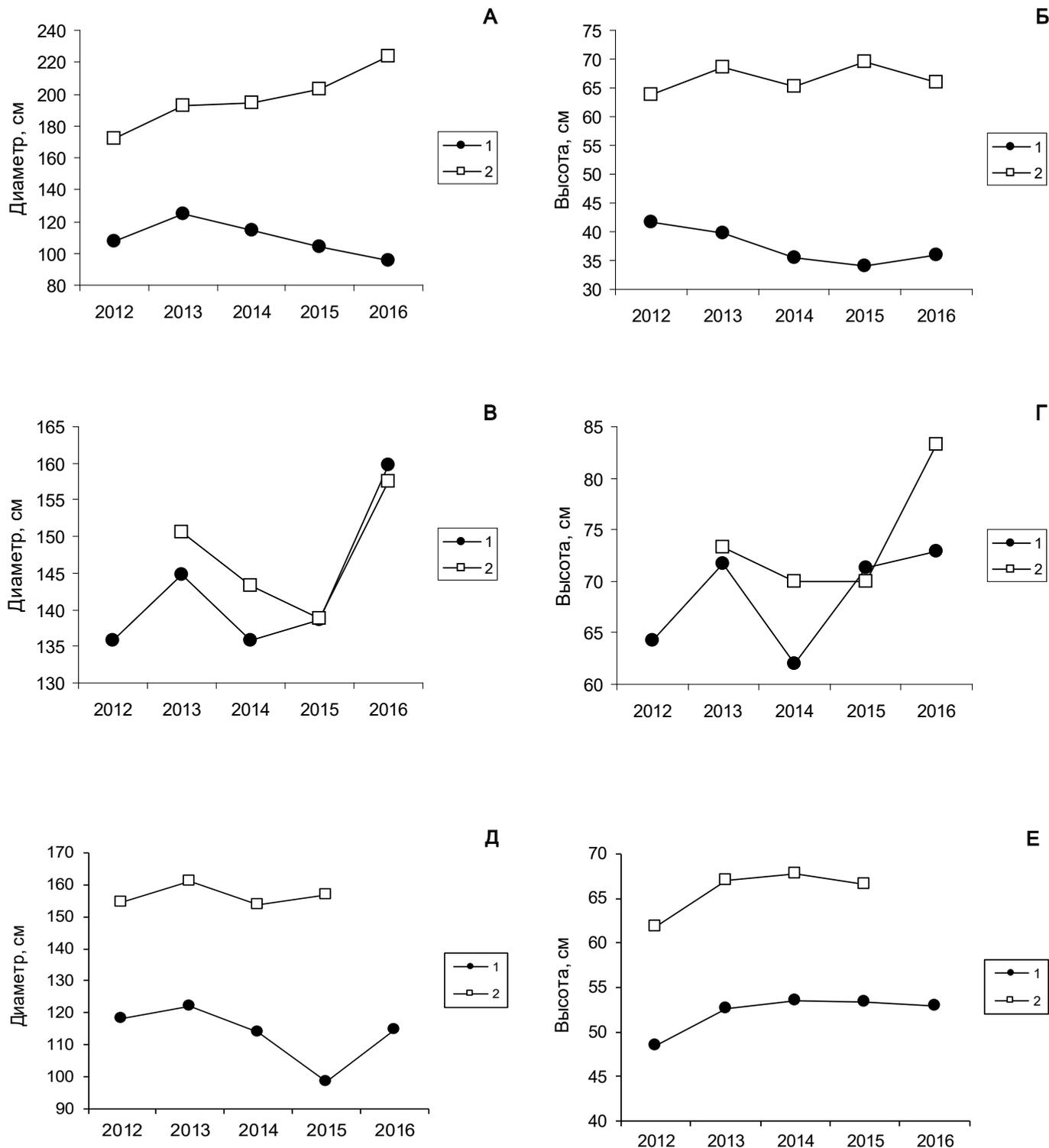


Рис. 2. Динамика размеров муравейников в условиях рекреации (1) и в контроле (2) на территории региональных ООПТ. А, Б – природный парк «Бажовские места»; В, Г – природный парк «Река Чусовая»; Д, Е – природно-минералогический заказник «Режевской». А, В, Д – диаметр муравейников; Б, Г, Е – высота муравейников

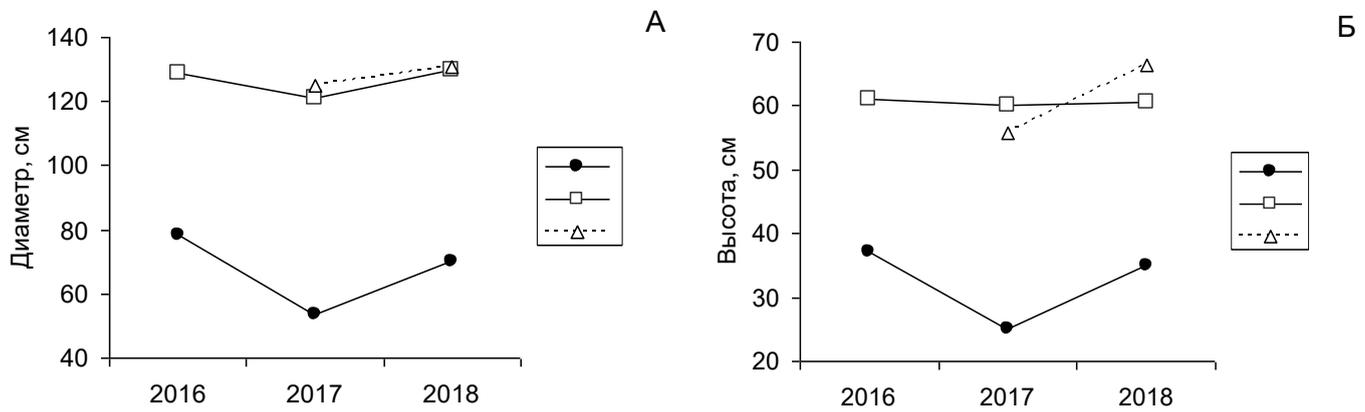


Рис. 3. Динамика размеров муравейников рекреационного участка охранной зоны Висимского заповедника:
 1 – в окрестностях технологической дороги;
 2 – в окрестностях экологической тропы;
 3 – на контрольном участке.
 А – диаметр муравейников;
 Б – высота муравейников

нологической дороги, где муравейники имеют меньшие размеры (рис. 3) и сильнее выражена динамика их численности (табл. 4). В районе самой экологической тропы и в контроле характеристики муравейников практически не различаются, что свидетельствует о практическом отсутствии воздействия на муравейники вблизи тропы в период ее прокладки. Следует отметить, что данный комплекс муравьев отличается динамичностью: за время наших наблюдений часть гнезд, как на рекреационном маршруте, так и на контрольном участке, была покинута муравьями, при этом образовались новые гнезда.

Таким образом, интенсивность рекреационной нагрузки на всех изученных нами территориях ООПТ можно оценить как слабую до умеренной. Отрадно, что практически нет случаев вандализма по отношению к муравьям (1 случай за весь период наблюдений). Хуже всего муравьи чувствуют себя там, где лесные дороги доступны для автотранспорта. Во время сильных дождей и во время снеготаяния они труднопроходимы, что вызывает движение транспорта по обочинам, а поскольку муравейники расположены именно там, это влечет за собой их повреждение и гибель. Также отмечено несколько случаев повреждения и гибели муравейников при проведении противопожарных мероприятий, прокладке минерализованной противопожарной полосы. Места ее прокладки – кромки леса, опушки, просеки – часто совпадают с местообитаниями рыжих лесных муравьев, которые предпочитают более открытые, освещенные, хорошо прогреваемые биотопы. В этом случае сложно дать какие-либо рекомендации, поскольку правила прокладки противопожарной полосы достаточно строго определяют ее местоположение, и, кроме того,

визуальный контроль места расположения муравейников во время работы специальной техники затруднен. Однако по возможности следует учитывать наличие крупных комплексов муравейников, которые представляют значительную ценность, и в местах их обитания проводить любые работы надо с особой осторожностью, обходя гнезда. Соответственно, расположение крупных комплексов гнезд должно быть известно заранее, а работы по инвентаризации поселений рыжих лесных муравьев следует включить в деятельность ООПТ.

Население водных беспозвоночных как индикатор состояния охраняемых природных комплексов

Одним из основных следствий усиления антропогенного воздействия на водные экосистемы является изменение структуры сообществ [23]. В связи с этим исследование таксономической структуры зообентоса лежит в основе исследований пространственной организации биоты, выявления закономерностей распределения организмов и зависимости от факторов среды, определения тенденций изменения населения при изменениях биотических и абиотических условий в водотоках и является отправной точкой для разработки комплексной экологической типизации водотоков. Изучение сообществ донных беспозвоночных животных имеет важное значение при оценке экологического состояния водоемов, так как они в наиболее полной мере отражают особенности динамики качества воды. Видовой состав и количественные характеристики зообентоса служат хорошими и в ряде случаев единственными гидробиологическими показателями загрязнения грунта и придонного слоя воды и широко

применяются в различных системах биоиндикации состояния водных экосистем [26].

Исследования состояния речных экосистем охраняемых территорий Свердловской области с применением биоиндикации проводятся на каменисто-галечных грунтах на нескольких реках: Серга, природный парк «Оленьи ручьи»; Чусовая, природный парк «Река Чусовая»; Черная, природный парк «Бажовские места»; Реж, природно-минералогический заказник «Режевской». В ходе исследований в 2012–2018 гг. установлено, что качественные и количественные характеристики зообентоса изученных водотоков соответствуют реофильным сообществам донных беспозвоночных животных каменистых грунтов перекатов малых и средних рек различных регионов России. Фауна зообентоса включает 176 видов и таксонов более высокого ранга, относящихся к 6 типам и 9 классам, при этом встречаются представители 27 систематических групп. Видовое обилие и количественные показатели зообентоса рек определяют насекомые. В создании численности и биомассы беспозвоночных ведущую роль, как правило, играют личинки ручейников, поденок, стрекоз, веснянок, мошек, хирономид, а также водные клопы. Представители этих групп входят в состав доминирующих по биомассе комплексов. Существенные различия в структуре сообществ на разных створах в пределах одной реки не отмечены, значения индексов

качества вод, рассчитанных на основе качественных и количественных показателей зообентоса, на разных створах изменяются незначительно и соответствуют классам 1 и 2 качества вод: чистые и очень чистые. Такая стабильность состояния рек позволяет говорить об устойчивости водных экосистем, а значит и природных комплексов территории их водосборов, по отношению к существующему рекреационному воздействию.

Видовое обилие зообентоса в 2018 г. определяют насекомые, составляя 83,1% общего числа таксонов. По числу видов доминируют личинки двукрылых (отр. *Diptera*) – 32,5%. Наиболее разнообразно представлены хирономиды (15 таксонов), поденки (12) и ручейники (11). Величина индекса Шеннона [25], отражающего степень качественного богатства зообентоса, в разных реках изменяется незначительно: р. Серга – 3,3305 бит/экз., р. Чусовая – 3,3463 бит/экз., р. Черная – 3,9541 бит/экз., р. Реж – 3,3774 бит/экз. Структуру сообществ донных беспозвоночных животных определяют личинки амфибиотических насекомых. На их долю приходится 90,1–98,7% суммарной численности и 90,1–94,2% биомассы всех гидробионтов (табл. 5). В их составе доминируют поденки, ручейники, мошки, хирономиды и веснянки. Большую роль в создании биомассы всего бентоса играют водные клопы (реки Серга, Чусовая, Реж) и пиявки (р. Реж). В отличие от предыдущих лет, в 2018 г. в составе зо-

Табл. 5

Относительные величины численности (*N*) и биомассы (*B*) основных групп беспозвоночных животных в зообентосе основных рек региональных ООПТ в 2018 г.

Группа	р. Серга		р. Чусовая		р. Черная		р. Реж	
	<i>N</i> , %	<i>B</i> , %						
<i>Oligochaeta</i>	3,0	5,1	4,6	3,0	0,3	4,1	0,8	0,1
<i>Hirudinea</i>	–	–	–	–	0,5	2,3	0,4	6,4
<i>Mollusca</i>	3,0	1,5	1,3	2,8	0,5	3,5	1,7	2,5
<i>Hydracarina</i>	0,6	0,1	–	–	–	–	–	–
<i>Odonata</i>	0,6	3,8	0,1	0,1	0,5	2,7	0,4	4,4
<i>Ephemeroptera</i>	23,1	7,6	8,4	5,6	21,5	15,2	34,0	38,2
<i>Plecoptera</i>	17,0	1,4	18,1	4,3	7,3	3,6	23,0	5,3
<i>Hemiptera</i>	6,1	13,3	5,1	31,7	–	–	0,9	7,5
<i>Coleoptera</i>	4,2	0,3	2,1	0,8	0,8	0,4	0,9	0,6
<i>Trichoptera</i>	8,5	55,6	45,2	32,4	19,9	37,0	21,7	28,2
<i>Tipulidae</i>	–	–	–	–	0,3	0,1	–	–
<i>Limoniidae</i>	–	–	1,7	14,7	0,3	0,8	1,3	3,8
<i>Athericidae</i>	0,6	2,9	0,4	0,3	–	–	–	–
<i>Psychodidae</i>	–	–	–	–	0,3	0,1	–	–
<i>Simuliidae</i>	31,5	8,3	2,5	1,4	33,4	24,1	4,7	2,3
<i>Chironomidae</i>	1,8	0,3	10,6	3,0	14,4	6,2	10,2	0,7
Насекомые	93,4	93,4	94,1	94,2	98,7	90,1	97,1	91,0
Всего:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Численность, экз./м ²	1238		2370		1840		2345	
Биомасса, г/м ²	9,664		6,605		7,490		6,336	

обентоса возросла роль личинок мошек и веснянок (табл. 5), в реке Черная численность мошек достигла 5000 экз./м².

В состав комплексов доминирующих организмов входят ручейники (*H. pellucidula*, *H. contubernalis*, *C. nevae*) и поденки (*E. ignita*, *I. ignota*, *E. nigridorsum*), веснянки (*L. fusca*), мошки (*S. reptans*, *Simulium sp.*) и клопы (*A. aestivalis*). Они формируют 37,3–61,8% численности и 50,3–76,2% биомассы всех беспозвоночных животных (табл. 6). Количественные показатели сообществ донных беспозвоночных изученных рек на территории четырех ООПТ представлены в табл. 6. Существенных изменений в структуре сообществ зообентоса в 2018 г. по сравнению с предыдущими

годами исследований не обнаружено, что свидетельствует о стабильно благополучном экологическом состоянии рек [15, 20, 21, 24, 27, 30].

Для оценки экологического состояния рек использованы широко распространенные в практике гидробиологических исследований показатели: относительная численность олигохет (No/Nb, No – численность олигохет, Nb – численность всех организмов), индекс Пареле ($D1 = T/B$, T – численность олигохет тубифицид, B – численность всего бентоса), биотический индекс Вудивисса, Бельгийский биотический индекс ВБИ [1, 2, 6, 28, 32]. Величины полученных в 2018 г. индексов на обследованных створах рек соответствуют первому классу качест-

Табл. 6

Состав доминирующих комплексов беспозвоночных животных в бентосе основных рек региональных ООПТ в 2018 г.

Ручейники	Поденки	Мошки	Веснянки	Клопы
р. Серга				
По численности, %				
–	<i>E. ignita</i> – 13,3	<i>Simulium sp.</i> – 31,5	<i>L. fusca</i> – 17,0	–
По биомассе, %				
<i>H. pellucidula</i> – 46,9 <i>C. nevae</i> – 7,7	–	<i>Simulium sp.</i> – 8,3	–	<i>A. aestivalis</i> – 13,3
р. Чусовая				
По численности, %				
<i>H. contubernalis</i> – 38,8	–	–	<i>L. fusca</i> – 18,1	–
По биомассе, %				
<i>H. contubernalis</i> – 19,2 <i>H. pellucidula</i> – 6,4	–	–	–	<i>A. aestivalis</i> – 31,1
р. Черная				
По численности, %				
<i>H. pellucidula</i> – 18,8	–	<i>S. reptans</i> – 28,5	–	–
По биомассе, %				
<i>H. pellucidula</i> – 36,7	<i>E. ignita</i> – 9,1	<i>S. reptans</i> – 19,7	–	–
р. Реж				
По численности, %				
–	<i>E. ignita</i> – 15,7	–	<i>L. fusca</i> – 23,0	–
По биомассе, %				
<i>H. pellucidula</i> – 7,5 <i>C. nevae</i> – 7,4	<i>E. ignita</i> – 13,6 <i>I. ignota</i> – 7,9 <i>E. nigridorsum</i> – 6,9	–	–	<i>A. aestivalis</i> – 7,5

Оценка качества вод основных рек региональных ООПТ, 2018 г.

Класс качества вод	No/Nb	D ₁	Индекс Вудивисса	ВВИ
Стандартные индексы				
1 – Очень чистые	1–20	1–16	8–10	9–10
2 – Чистые	21–35	17–33	5–7	7–8
3 – Умеренно-загрязненные	36–50	34–50	3–4	5–6
4 – Загрязненные	51–65	51–67	1–2	3–4
5 – Грязные	66–85	68–84	0–1	1–2
6 – Очень грязные	86–100	85–100	0	0
Индексы, рассчитанные для исследуемых рек				
1 – р. Серга	3,0	1,2	10	10
1 – р. Чусовая	4,7	4,7	10	10
1 – Р. Черная	0,3	0	10	9
1 – р. Реж	0,8	0,8	10	10

ва вод (табл. 7), что свидетельствует об отсутствии загрязнения.

Заключение

Согласно результатам многолетнего комплексного экологического мониторинга состояние биоты природных парков «Оленьи ручьи», «Река Чусовая», «Бажовские места» и природно-минералогического заказника «Режевской», в том числе и рекреационных участков, где антропогенная нагрузка увеличивается с каждым годом, можно считать стабильным, деградации природных комплексов охраняемых территорий в целом нет. О благополучии охраняемых территорий свидетельствует и сохранение видового разнообразия, в том числе – видов растений и животных, включенных в Красные книги Свердловской области и Российской Федерации. Степень трансформации растительного покрова рекреационных зон оценивается от умеренной до очень сильной. На таких участках отсутствуют виды, определяющие региональное своеобразие флоры (эндемики и субэндемики), наблюдается сдвиг в сторону видов открытых типов местообитаний, увеличивается доля сорных видов, однако все изменения локальны и практически не обнаруживаются за пределами отведенных участков. Животные менее уязвимы и, имея возможность изменить территорию своих индивидуальных участков в границах естественного ареала, практически не реагируют на присутствие человека. Реки региональных природных парков и заказника, несмотря на активное использование их в качестве рекреационного и туристического объекта (сплав, рыбалка, пляжный отдых), также не страдают от присутствия

человека, соответствуя категории «чистые» и «очень чистые». Об этом свидетельствует стабильное состояние населения донных беспозвоночных: качественные и количественные характеристики зообентоса изученных водотоков соответствуют таковым сообществ донных беспозвоночных малых и средних рек различных регионов России. Таким образом, существующая рекреационная нагрузка (а это 90 тысяч посетителей природного парка «Оленьи ручьи» при общей площади 12 тыс. га, и 43 тыс. природного парка «Бажовские места», площадь 39 тыс. га, за один только 2018 г.) не является критичной для данных территорий. Однако следует особо подчеркнуть, что такая ситуация – отсутствие негативных последствий – возможна лишь при той инфраструктуре, которая создана на территории ООПТ: входные группы, в которых посетителей обеспечивают достаточной информацией как о маршрутах и объектах туристических троп, так и об условиях и правилах поведения на территории; отсыпанные тропы и смотровые площадки; места продолжительных стоянок, включающие навесы, костровища с запасом дров, места сбора мусора, санитарно-гигиенические сооружения (туалеты) и тому подобное. Такая система обустройства рекреационных зон в региональных ООПТ отработана на протяжении многих лет («Оленьим ручьям» в 2019 г. исполнилось 20 лет!). Несомненно, этот опыт должен быть использован при развитии туризма в охранных зонах заповедников. С той же уверенностью мы рекомендуем и экспресс-методику экологического мониторинга состояния природной среды. Доступность ее выполнения и очевидная

результативность позволяют оперативно получать оценку состояния природной среды в условиях той или иной степени рекреации. Результаты мониторинга природных комплексов охраняемых террито-

рий различных категорий, проведенного по единой схеме, могут быть сравнимы при оценке их рекреационных возможностей, что необходимо при планировании туристических потоков.

Работа выполнена в рамках гос. задания Института экологии растений и животных УрО РАН, программы Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области «Мониторинг состояния природной среда особо охраняемых природных территорий областного значения».

Литература

Список русскоязычной литературы

1. Андрушайтис ГП, Зандмане АК, Качалова ОЛ. Гидробионты – показатели загрязнения водотоков. В кн.: Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л.: Гидрометеиздат; 1977. с. 162-75.
2. Баканов АИ, Гапеева МВ, Гребенюк ЛП, Ершов ЮВ, Томилина ИИ. Оценка качества донных отложений Верхней Волги в пределах Ярославской области. Биол внутр вод. 2000;(4): 163-74.
3. Беляева НВ, Сибгатуллин РЗ. Четвертое дополнение к флоре сосудистых растений Висимского заповедника. В кн.: Природные комплексы ООПТ Урала: изучение и проблемы сохранения. Н. Тагил; 2017. с. 18-27.
4. Большаков ВН, Кузнецова ИА. Опыт мониторинга состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Биосфера. 2016;8(2):164-9.
5. Веселкин ДВ, Коржиневская АА, Подгаевская ЕН. Состав и численность адвентивных и инвазивных кустарников и деревьев подлеска в лесопарках г. Екатеринбурга. Вестн Томского гос ун-та сер Биол. 2018;(42):102-18. DOI: 10.17223/19988591/42/5.
6. Вудивисс Ф. Совместные англо-советские биологические исследования в Ноттингеме в 1977 г. В кн.: Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л.: Гидрометеиздат; 1977. с. 132-61.
7. Гилева ОБ, Гилев АВ, Зиновьев ЕВ, Костомаров АВ. Экологическая тропа «Путь муравья». Биологические ресурсы и природопользование. 2006; (9):194-205.
8. Голосова МА. Изменение состояния комплексов северного лесного муравья (*Formica aquilonia*) в Подмосковных ельниках. Усп совр биол. 1998;118(3):306-12.
9. Горчаковский ПЛ. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. Екатеринбург; 1999.
10. Ерохина ОВ, Застольская ЛИ, Ларин ЕГ, Мустафин АМ, Ставищенко ИВ, Шубин ДВ. Первые итоги инвентаризации биоты на территории природного парка «Река Чусовая». Современное состояние и перспективы развития ООПТ Урала. Материалы науч. практ. конф.; 2011 декабрь 2-4; Н. Тагил. Екатеринбург: ООО «УИПЦ»; 2011. с. 92-123.
11. Захаров АА. Муравьи в экологическом мониторинге. Лесной вестник. 2014;18(6):52-60.
12. Захаров АА. Муравьи лесных сообществ, их жизнь и роль в лесу. М.: КМК; 2015. 404 с.
13. Захаров АА, Захаров РА. Фенологические аспекты мониторинга муравейников *Formica s. str.* Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2018;29(4):86-110.
14. Захаров АА, Захаров РА, Федосеева ЕБ. Использование параметров гнезда рыжих лесных муравьев в мониторинге муравейников. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2015;26(1):68-90.
15. Итоги мониторинга состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Ред. Кузнецова ИА. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета; 2014.
16. Кирсанов ВА, Турков ВГ, Потибенко АА, Бердников АВ, Бурин АИ. Лесной фонд Висимского заповедника по материалам 1976 года. В кн.: Темнохвойные леса Среднего Урала. Свердловск, 1979. с. 12-24.
17. Комплексный экологический мониторинг состояния природной среды особо охраняемых территорий Свердловской области. Ред. Кузнецова ИА. Екатеринбург: Уральский следопыт; 2008.
18. Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы. Ред. Корытин НС. Екатеринбург: ООО «Мир»; 2018.
19. Мониторинг муравьев *Formica*. Ред. Захаров АА. М.: КМК, 2013. 99 с.
20. Мониторинг состояния биоты особо охраняемых природных территорий Свердловской об-

- ласти. Ред. Кузнецова ИА. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета; 2017.
21. Мониторинг состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Ред. Кузнецова ИА. Екатеринбург: ООО «УИПЦ»; 2012.
 22. Новаковский АБ. Обзор современных программных средств, используемых для анализа геоботанических данных. Растительность России. 2006;(9):86-96.
 23. Одум Ю. Экология. Т. 2. М.: Мир; 1986. 376 с.
 24. Особо охраняемые природные территории Свердловской области: мониторинг состояния природной среды. Ред. Кузнецова ИА. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета; 2015.
 25. Песенко ЮА. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука; 1982. 288 с.
 26. Радченко ТА, Федоров ЮС. Конспект флоры сосудистых растений «Долины реки Серги». В кн.: Экологические исследования на Урале. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета; 1997. с. 10-27.
 27. Результаты мониторинга состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Ред. Кузнецова ИА. Екатеринбург: ООО «УИПЦ»; 2013. 230 с.
 28. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеоздат; 1983. 239 с.
 29. Третьякова АС, Куликов ПВ. Черный список флоры Свердловской области. В кн.: XII Зыряновские чтения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Курган, 2014. с. 222-3.
 30. Экологический мониторинг состояния природных комплексов на территории Свердловской области. Ред. Кузнецова ИА. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета; 2018.
- Problemy Sokhraneniya. Nizhniy Tagil; 2017. p. 18-27. (In Russ.)
4. Bolshakov VN, Kuznetsova IA. [An experience of environmental monitoring of protected areas in Sverdlovsk oblast]. Biosfera. 2016;8(2):164-9. (In Russ.)
 5. Veselkin DV, Korzhinevskaya AA, Podgayevskaya YeN. [The species composition and abundance of alien and invasive understory shrubs and trees in the urban forests of Yekaterinburg]. Vestnik Tomskogo Universiteta Biologiya. 2018;(42):102-18. (In Russ.)
 6. Vudiviss F. [Joint British-Soviet biological research in Nottingham in 1977]. In: Nauchnye Osnovy Kontrolya Kachestva Poverkhnostnykh Vod po Gidrobiologicheskim Pokazatelyam. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1977. p. 132-61. (In Russ.)
 7. Gileva OB, Gilev AV, Zinovyev YeV, Kostomarov AV. [Ecological path «The Path of the Ant»]. Biologicheskiye Resursy i Prirodopolzovanie. 2006;(9):194-205. (In Russ.)
 8. Golosova MA. [Changes in the state of complexes of the northern forest ant (Formica aquilonia) in spruce forests in Moscow region]. Uspekhi Sovremennoy Biologii. 1998;118(3):306-12. (In Russ.)
 9. Gorchakovskiy PL. Antropogennaya Transformatsiya i Vosstanovleniye Produktivnosti Lugovykh Fitotsenozov. Yekaterinburg; 1999. (In Russ.)
 10. Yerokhina OV, Zastolskaya LI, Larin YeG, Mustafin AM, Stavishenko IV, Shubin DV. [The first results of biota inventory of Chusovaya River Natural Park]. In: Sovremennoye Sostoyaniye i Perspektivy Razvitiya OOPT Urala. Yekaterinburg: ООО UIPC; 2011. p. 92-123. (In Russ.)
 11. Zakharov AA. [Ants in environmental monitoring]. Lesnoy Vestnik. 2014;18(6):52-60. (In Russ.)
 12. Zakharov AA. Muravi Lesnykh Soobshchestv Ikh Zhizn i Rol v Lesu. Moscow: KMK; 2015. (In Russ.)
 13. Zakharov AA, Zakharov RA. [Phenological aspects of monitoring Formica s.str. anthills.]. Problemy Ekologicheskogo Monitoringa i Modelirovaniya Ekosistem. 2018;29(4):86-110. (In Russ.)
 14. Zakharov AA, Zakharov RA, Fedoseyeva YeB. [Using nest parameters of red forest ants in monitoring of anthills]. Problemy Ekologicheskogo Monitoringa i Modelirovaniya Ekosistem. 2015;26(1):68-90. (In Russ.)
 15. Itogi Monitoringa Sostoyaniya Prirodnoy Sredy Osobo Okhranyaemykh Prirodnykh Territoriy Sverdlovskoy Oblasti. Ed.: Kuznetsova IA. Yekaterinburg: Izdatelstvo Uralskogo Universiteta; 2014. (In Russ.)
 16. Kirsanov VA, Turkov VG, Potibenko AA, Berdnikov AV, Burin AI. [The forest resource of Visim Reserve according to data as of 1976]. In: Tem-

Общий список литературы/Reference List

1. Andrushajtis GP, Zandmane AK, Kachalova OL. [Hydrobionts are indicators of watercourse pollution]. In: Nauchnye Osnovy Kontrolya Kachestva Poverkhnostnykh Vod po Gidrobiologicheskim Pokazatelyam. Leningrad Gidrometeoizdat; 1977. p. 162-75. (In Russ.)
2. Bakanov AI, Gapeyeva MV, Grebenyuk LP, Yershov YuV, Tomilina II. [Assessment of the quality of bottom sediments of the Upper Volga within Yaroslavl Region]. Biologiya Vnutrennikh Vod. 2000;(4):163-74. (In Russ.)
3. Belyaeva NV, Sibgatullin RZ. [The fourth addition to vascular plant flora of the Visim Reserve]. In: Prirodnye Kompleksy OOPT Urala Izucheniye i

- nokhvoynye Lesa Srednego Urala. Sverdlovsk; 1979. p. 12-24. (In Russ.)
17. Kompleksnyi Ekologicheskii Monitoring Sostoyaniya Prirodnoy Sredy Osobo Okhraniayemykh Territoriy Sverdlovskoy Oblasti. Ed.: Kuznetsova IA. Yekaterinburg: Uralskiy Sledopyt; 2008. (In Russ.)
 18. Krasnaya Kniga Sverdlovskoy Oblasti Zhivotnye Rasteniya, Griby. [Red Book of Sverdlovsk Region: Animals, Plants, and Mushrooms]. Ed.: Korytin. Yekaterinburg: OOO Mir; 2008. (In Russ.)
 19. Monitoring Muravyev Formika. Ed.: Zakharov AA. Moscow: KMK; 2013. (In Russ.)
 20. Monitoring Sostoyaniya Bioty Osobo Okhraniayemykh Prirodnykh Territoriy Sverdlovskoy Oblasti. Ed.: Kuznetsova IA. Yekaterinburg: Izdatelstvo Uralskogo Universiteta; 2017. (In Russ.)
 21. Monitoring Sostoyaniya Prirodnoy Sredy Osobo Okhraniayemykh Prirodnykh Territoriy Sverdlovskoy Oblasti. Ed.: Kuznetsova IA. Yekaterinburg: OOO UIPC; 2012. (In Russ.)
 22. Novakovskiy AB. [A review of the modern programs for the geobotanical analysis]. *Rastitelnost Rossii*. 2006;(9):86-96. (In Russ.)
 23. Odum Yu. *Ekologiya*. T. 2. Moscow: Mir; 1986. (In Russ.)
 24. Osobo Okhraniayemye Prirodnye Territorii Sverdlovskoy Oblasti Monitoring Sostoyaniya Prirodnoy Sredy. Ed.: Kuznetsova IA. Yekaterinburg: Izdatelstvo Uralskogo Universiteta; 2015. (In Russ.)
 25. Pesenko YuA. *Principy i Metody Kolichestvennogo Analiza v Faunisticheskikh Issledovaniyakh*. [Principles and Methods of Quantitative Analysis in Faunal Studies]. Moscow: Nauka; 1982. (In Russ.)
 26. Radchenko TA, Fedorov YuS. [Synopsis of vascular plant flora of Serga River Valley]. In: *Ekologicheskiye Issledovaniya na Urale*. Yekaterinburg: Izdatelstvo Uralskogo Universiteta; 1997. p. 10-27. (In Russ.)
 27. Rezultaty Monitoringa Sostoyaniya Prirodnoy Sredy Osobo Okhraniayemykh Prirodnykh Territoriy Sverdlovskoy Oblasti. Ed.: Kuznetsova IA. Yekaterinburg: OOO UIPC; 2013. (In Russ.)
 28. Rukovodstvo po Metodam Gidrobiologicheskogo Analiza Poverkhnostnykh Vod i Donnykh Otlozheniy. [Guidelines for Hydrobiological Analysis of Surface water and Bottom Sediments]. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1983. (In Russ.)
 29. Tretyakova AS, Kulikov PV. [The Black List of flora of Sverdlovsk Region]. In: XII Zryanovskiye Chteniya. Kurgan; 2014. p. 222-3. (In Russ.)
 30. *Ekologicheskii Monitoring Sostoyaniya Prirodnykh Kompleksov na Territorii Sverdlovskoy Oblasti*. Ed.: Kuznetsova IA. Yekaterinburg: Izdatelstvo Uralskogo universiteta; 2018. (In Russ.)
 31. Antonov IA. Ant assemblages of two cities with different ecological condition in Southern Cisbaikalia. *Russ J Ecol*. 2008;39(6):454-6.
 32. De Pauw N, Vanhooren G. Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. *Hydrobiologia*. 1983;46:153-68.
 33. Gorchakovskiy PL, Telegova OV. Comparative assessment of the level of plant cover synanthropization in specially protected areas. *Russ J Ecol*. 2005;36(6):365-70.
 34. Malozemova LA, Malozemov YuA. Ecological peculiarities of ants in urbanized areas. *Russ J Ecol*. 1999;30(4):283-6.
 35. Newsome D, Hughes M. The contemporary conservation reserve visitor phenomenon. *Biodiversity Conservation*. 2018;27(2):521-9.
 36. Wuorenrinne H. Effects of urban pressure on colonies of *Formica rufa* group (Hymenoptera, Formicidae) in the town of Espoo (Finland). *Ann zool*. 1989;42(13-7):335-44.

