

УДК 574.5:591.524.11:502.175(282.247.133)
doi: 10.31140/j.vestnikib.2017.1(199).2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗООБЕНТОСА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК В УСЛОВИЯХ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ РУБОК (НА ПРИМЕРЕ БАСЕЙНА РЕКИ ВЫЧЕГДЫ)

М.А. Батурина, О.А. Лоскутова, Е.К. Роговцова, Ю.С. Рафикова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар
E-mail: baturina@ib.komisc.ru

Аннотация. Получены сведения о зообентосе двух малых притоков р. Вычегды в условиях долговременных рубок. Показаны состав, количественные характеристики развития донных беспозвоночных по продольному профилю рек на различных биотопах. Дана оценка экологического состояния рек с применением методов биоиндикации, основанных на структурных и количественных показателях развития макрозообентоса.

Ключевые слова: малые реки, сведение лесов, зообентос, оценка качества вод

Введение

К настоящему времени более 25% лесной территории Республики Коми затронуто различными способами рубок. Исследования на территории Коми и других регионов севера России показали, что рубки леса оказывают существенное экологическое влияние на все компоненты таежных экосистем (Трансформация..., 1997; Дымов, 2012, 2014). Известно, что гидрологические процессы в малых речных бассейнах более зависимы от характеристик лесного массива, чем средних и больших рек. Наиболее ярко влияние рубок леса на водотоки проявляется в изменении стока, вызванного снижением аккумуляционной способности водосборов. Так, по данным ряда авторов (Марунич, 1986; Ткачев, 2002 и др.), на второй год после рубки леса годовой сток увеличивается на 40-60%. Его перераспределение выражается в увеличении модуля стока весеннего половодья и осеннего паводка и приводит к снижению стока в период летней межени (Новоселов, 2014). Указанный ход изменений в зависимости от возраста леса, полученный экспериментально, подтверждается и данными математического моделирования (Копотова, 1986). Массированное сведение древостоев в поймах рек влияет не только на состояние лесов, почвенного покрова, но и служит основной причиной водной эрозии почвы, обуславливающей появление твердого стока на всех участках водосбора, где проводятся лесозаготовки (Ткачев, 2002). Вследствие этого часто в местах концентрации вырубок наблюдается обмеление рек, связанное с избыточным поступлением наносов (Джуха, 1985). Осаждение твердых частиц грунта, измельченной древесины в русле приводит к массовому заилению грунтов и снижению самоочищающей способности рек. Из-за обнажения площадей водосборов прежде всего меняются водный и температурный режимы рек. В итоге, под влиянием повышенной мутности воды за счет увеличения концентрации взвешенных минеральных частиц, накопленных отложений ила и гниющих древесных ос-

татков наблюдается перераспределение биотопов обитания туводных рыб и нарушение естественных путей миграций полупроходных и проходных рыб, происходит перестройка биоценологических связей в гидробиоценозах, резко снижаются численность и биомасса гидробионтов (Спивак, 1994; Новоселов, 2014 и др.). Резкие перепады величин биомассы зообентоса (от эвтрофных до олиготрофных показателей) на соседних участках реки свидетельствуют о нарушении структурно-экологической стабильности донных биоценозов. Это может привести к потере не только кормовой базы водотока, но и самой реки как саморегулирующейся экосистемы (Спивак, 1994). С увеличением содержания в воде минеральных взвесей усиливается скорость дрейфа бентосных организмов (Шубина, 2006). В результате этого происходит резкое снижение численности и даже полное исчезновение некоторых литореофильных компонентов бентофауны, как это наблюдается при воздействии паводковых вод (Самохвалов, 1992). Мелкофракционные взвеси неблагоприятны для большинства зообентосных организмов, нуждающихся в твердых субстратах для прикрепления, движения и размножения.

Донные сообщества играют важную роль в формировании структуры речных экосистем и являются надежными показателями их состояния. Характеристики сообществ бентоса в последние годы широко используют в биоиндикационных исследованиях для возможной оценки воздействия различных факторов среды на состояние экосистем (Руководство..., 1992; Семенченко, 2004, 2005; Шитиков, 2005; Биоиндикация..., 2007; Безматерных, 2007; Особенности..., 2011 и др.). Организмы зообентоса удовлетворяют требованиям, предъявляемым к биоиндикаторам: повсеместная встречаемость, высокая численность, относительно крупные размеры, удобство сбора и обработки, сочетание приуроченности к определенному биотопу с определенной подвижностью. Кроме того, они имеют продолжительный срок жизни, что позволяет использовать их для оценки аккумуля-

муляции загрязняющих веществ за длительный период (Шитиков, 2005). В настоящее время в мировой практике используют свыше 60 методов мониторинга, включающих различные характеристики зообентоса. Методики биоиндикации обладают значительным преимуществом по сравнению с химическими и физическими (Шитиков, 2005 и др.). Однако наличие такого большого числа методов свидетельствует о том, что универсального, пригодного для всех случаев метода нет.

Цель нашей работы – оценить экологическое состояние двух малых притоков р. Вычегды в условиях длительных рубок по составу и структуре зообентоса, дать рекомендации по применению методов биоиндикации на изученных водотоках.

Материалы и методы

В июле-августе 2014 г. на реках Черь Вычегодская и Лопью авторами совместно со специалистами Коми регионального некоммерческого фонда «Серебряная тайга» были проведены гидробиологические исследования с целью оценки экологического состояния притоков р. Вычегды, на водосборах которых активно ведется рубка леса.

Отбор и камеральную обработку проб зообентоса проводили по стандартным методикам, принятым в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН (Методика..., 1975; Шубина, 2006) и регламентированным нормативными документами (ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков). На реках пробы отбирали по створам (табл. 1), расположенным от верховьев к устью рек. При отборе с поверхности грунта использовали гидробиологический скребок с мешком из газа № 43 (площадь отбора 30×30 см²). Одновременно со сбором бентоса осуществляли замер глубин, температуры воды, скорости течения, прозрачность воды, отмечали характер грунта, наличие образцов и водной растительности.

Для оценки экологического состояния исследованных водотоков рассчитывали индексы, применяемые в биологической оценке качества вод (Семенченко, 2004; Шитиков, 2005; Особенности..., 2011 и др.):

1. Биотический индекс Вудивисса (ТВИ), индекс ЕВІ, индекс рабочей группы биологического мониторинга (ВМWP) и индекс средних значений таксонов АSРТ. При загрязнении величины значений снижаются.

2. Метрики, основанные на соотношении численностей различных таксонов макрозообентоса: Dip/N ; Ch/N , где Dip – численность личинок двукрылых, Ch – личинок хирономид; N – общая численность зообентоса на створах рек. При загрязнении величины метрик увеличиваются.

3. Индекс Пареле D1: соотношение численности олигохет к общей численности бентоса. Метрики, используемые для индикации: 0.01-0.16 – очень чистая вода; 0.17-0.33 – чистая; 0.34-0.50 – слабозагрязненная; 0.51-0.67 – загрязненная; 0.68-0.84 – грязная; 0.85-1.0 – очень грязная.

Результаты

Характеристика исследованных водотоков.

Исследованные водотоки являются притоками р. Вычегды в верхнем течении. Согласно физико-географическому ландшафтному районированию, оба расположены в подзоне средней тайги Тиманской среднетаежной провинции (Атлас..., 1964). Река Черь Вычегодская, правобережный приток, впадает в р. Вычегду на 963 км от устья. Длина реки 113 км. Верхняя (85 км от устья, створы I, II) и средняя (59 км от устья, створ III) точки характеризовались песчано-галечным грунтом, иногда с водорослевым налетом и наилком (табл. 1). На нижней точке (створ IV), расположенной в 19 км от устья, типичным был глинистый грунт с примесью песка и гравия. Общая площадь бассейна реки составляет 848.9 км², площадь вырубок – 127.8 км², или 15.05%. Река Лопью, левобережный приток, впадает в р. Вычегду на 796 км от устья. Общая протяженность водотока – 131 км. На верхнем и среднем участках (створы I-III) река характеризуется песчаными грунтами с детритными отложениями (табл. 1), местами встречаются валунно-галечные грунты, на нижнем участке (менее 20 км от устья, створ IV) грунты в основном песчано- или гравийно-галечные с отложениями детрита или мощным слоем наилка. Общая площадь бассейна – 1258.4 км², при этом площадь вырубок составляет 516.27 км², или 41.03%.

Согласно классификации, представленной в работе В.Г. Марты-

Таблица 1
Гидрологические и морфометрические показатели сравниваемых рек

Номер створа	Ширина, м	Глубина, м	Скорость течения, м/с	Тип донных отложений	S вырубок, %
Река Лопью					
I	0.95			п, д	0.75
II		1.2	0.6	п, в, г	14.95
III		0.5	0.2	п, гр, г, д, ни	22.15
IV		0.5	0.6	г, га, п	
Река Черь Вычегодская					
I	4-5	0.3	0.7	п, га, в	1.13
II		0.3-1.1	0.7	в, га	
III		0.8-0.9	0.1-0.3	п, ни, д	1.69
IV		0.7-0.8	0.1-0.4	п, ни, г	11.00

Примечание: п – песок, д – детрит, в – валуны, га – галька, гр – гравий, г – глина, ни – наилок. Прозрачность воды – до дна. Данные о площадях вырубок предоставлены Коми региональным некоммерческим фондом «Серебряная тайга».

нова (1997), р. Черь Вычегодская попадает в категорию рек, испытывающих слабое воздействие (S вырубков <30%), а р. Лопью – в категорию рек, испытывающих среднее воздействие (S вырубков 30-60%).

Характеристика зообентоса. Всего в руслах исследованных рек отмечено 23 таксономические группы донных беспозвоночных (табл. 2): в р. Лопью – 22, р. Черь Вычегодская – 20. Высокой частотой встречаемости характеризуются личинки хирономид (Chironomidae) и прочих амфибиотических насекомых, моллюски (Mollusca), бентосные ракообразные (Cladocera, Cyclopoida, Ostracoda), личинки жуков (Coleoptera), черви (Nematoda и Oligochaeta). Паукообразные (Aranea), гидры (Hydra), личинки мошек (Simuliidae) и тардиграды (Tardigrada) относились в период исследований к редко встречающимся группам.

Количественные показатели развития зообентоса в реках Черь Вычегодская и Лопью колебались – средняя численность от 6.0 ± 2.5 до 8.8 ± 4.6 тыс. экз./м² и средняя биомасса от 1.5 ± 0.6 до 2.3 ± 0.7 г/м². По численности в бентосе обоих водотоков преобладали личинки Chironomidae (от 33.0% общего бентоса), а в р. Черь Вычегодская также личинки Simuliidae. На долю низших ракообразных (Cladocera, Sorepoda, Ostracoda) приходилось от 20.0 до 43.0% общей численности. В общей биомассе бентоса преобладали личинки амфибиотических насекомых, преимущественно Trichoptera, Ephemeroptera и Chironomidae (в сумме более 30.0%), других Diptera, ближе не определенных (до 50.7%), Mollusca (до 26.0%) и Oligochaeta (до 32.0%).

Разнообразие условий по продольному профилю рек, определяемое как естественными факторами, так и антропогенным влиянием, объясняет неравномерное распределение зообентоса на разных участках и различия в составе групп. При этом, если в целом по рекам показатели количественного развития бентоса были сходны, то в распределении групп вдоль русла наблюдали различия. Так, в р. Черь Вычегодская показатели численности и биомассы снижались по направлению от верхнего участка к устью реки. На I и II срезях на валунно-галечных грунтах как по

численности, так и по биомассе доминировали преимущественно личинки двукрылых с преобладанием личинок Simuliidae и Chironomidae (табл. 3). На песчаных грунтах с отложениями детрита и развитием водных макрофитов на срезях III и IV в массе развивались низшие ракообразные (при преобладании Cyclopoida), при этом основу биомассы составляли Mollusca (88.6% общей). На близком к устью участке IV на песчаных грунтах с наилком и местами с отложениями глины, с замедленным течением основу численности также составляли мелкие ракообразные (преобладали Ostracoda), а в биомассе доминировали личинки

Таблица 2

Состав донных беспозвоночных в исследованных водотоках, июль 2015 г.

Группа	Река Лопью		Река Черь Вычегодская	
	Встречаемость	Семейства	Встречаемость	Семейства
Hydra	*		*	
Nematoda	**		**	
Oligochaeta	**		**	
Hirudinea	-	-	*	Glossiphoniidae
Mollusca	**	Valvatidae Physidae	**	Valvatidae Physidae
Cladocera	**		**	
Harpacticoida	*		-	
Cyclopoida	**		**	
Ostracoda	**		**	
Tardigrada	*		*	
Collembola	*		-	
Hydracarina	**		**	
др. Araneina	*		*	
Heteroptera, lv	**	Mesoveliidae	*	Mesoveliidae
Coleoptera, im	**		*	
Coleoptera, lv	**	Haliplidae Hygrobiidae Dytiscidae Elmidae	**	Elmidae
Plecoptera, lv	**	Taeniopterigidae Leuctridae Capniidae	**	Taeniopterigidae Leuctridae Capniidae Perlodidae
Ephemeroptera, lv	**	Baetidae Heptageniidae Leptophlebiidae Ephemeridae Caenidae Siphonuridae	**	Baetidae Leptophlebiidae Ephemeridae Caenidae Ephemerellidae
Trichoptera, lv	*	Lepidostomatidae Brachycentridae Hydroptilidae Limnephilidae	**	Brachycentridae Limnephilidae Hydroptilidae Beraeidae Leptoceridae Polycentropodidae
Megaloptera, lv	*	Sialidae	*	Sialidae
Diptera, lv:	**	Chironomidae, lv	**	Chironomidae, lv
	*	Chironomidae, pp	**	Chironomidae, pp
	**	Heleidae, lv	**	Heleidae, lv
	*	Simuliidae, lv	*	Simuliidae, lv
	**	Tipulidae, lv	*	Tipulidae, lv
Diptera, pp, n/det	*		-	
Всего групп	22		20	

Примечание: * – частота встречаемости группы до 50%; ** – выше 50%; прочерк – группа не встречена.

Количественные показатели развития (средняя численность (N), средняя биомасса (B) бентоса и состав доминирующих групп в исследованных водотоках

Показатели	Верхний участок		Средний участок		Нижний участок	
	N	B	N	B	N	B
Река Черь Вычегодская, июль 2015 г.						
Доминирующие группы	I, II створ 18 групп		III створ 14 групп		IV створ 15 групп	
	Chironomidae, Iv 34.3%	Chironomidae, Iv 18.3%	Cyclopoida 41.1%	Mollusca 88.6%	Ostracoda 37.0%	Ephemeroptera, Iv 17.4%
	Simuliidae, Iv 48.2%	Simuliidae, Iv 40.9%	Chironomidae, Iv 15.2%		Chironomidae, Iv 23.5%	Chironomidae, Iv 44.3%
N, тыс. экз./м ²	12.1		2.2		7.5	
B, г/м ²		1.9		1.3		0.6
Река Лопью, июль 2015 г.						
Доминирующие группы	I, II створ 20 групп		III створ 22 группы		IV створ 12 групп	
	Cladocera 32.2%	Mollusca 65.0%	Cladocera 30.3%	Oligochaeta 42.1%	Ostracoda 14.8%	Oligochaeta 34.7%
	Cyclopoidae 13.0%	Ephemeroptera, Iv 15.9%	Cyclopoidae 12.9%	Trichoptera, Iv 18.0%	Chironomidae, Iv 55.0%	Mollusca 21.3%
	Chironomidae, Iv 14.5%		Chironomidae, Iv 20.7%			Chironomidae, Iv 27.0%
N, тыс. экз./м ²	1.9		8.1		12.1	
B, г/м ²		1.1		2.6		5.3

ки Chironomidae и Ephemeroptera. В целом доля амфибиотических насекомых в численности и биомассе бентоса в нижних участках снижается за счет отсутствия здесь личинок мошек, что связано, вероятно, с изменениями типов биотопов. Сравнивая полученные данные с результатами более ранних наблюдений (Шубина, 2006), отмечаем большее современное разнообразие таксономических групп донных беспозвоночных (22 против 13), но меньшие количественные показатели развития бентоса. Ранее на перекатах, валунных грунтах с моховыми обрастаниями плотность населения колебалась в пределах 4.4-83.9 тыс. экз./м² (в среднем 19.9), биомасса – 0.7-15.7 г/м² (в среднем 7.3). На плесовых участках русла эти показатели были несколько ниже. Так, на песчано-галечных грунтах в прибрежье и на стрежне численность бентоса варьировала от 2.9 до 5.4 тыс. экз./м² (доминировали личинки хирономид, реже олигохеты), а биомасса была минимальной – 0.3 г/м².

В р. Лопью, напротив, наибольшие показатели численности (12.1 тыс. экз./м²) отмечали ближе к устью реки (табл. 3), а наименьшие (1.9 тыс. экз./м²) – в верхнем участке (срезы I, II). При движении к устью почти в два раза уменьшился состав групп: с 20-22 до 12 таксонов. При этом по численности на всех точках доминировали личинки Chironomidae, на верхнем и среднем к числу доминантов относились также низшие ракообразные, преимущественно Cladocera и Cyclopoida, а в нижнем участке – Ostracoda. Наибольшую биомассу бентоса также отмечали бли-

же к устью (табл. 3). При этом в общей массе бентоса на нижнем и среднем участке преобладали личинки Chironomidae и Trichoptera, Mollusca, Oligochaeta, в верхних створах – Mollusca и личинки Ephemeroptera. Доля нехирономидных насекомых в численности и биомассе бентоса в устьевой зоне была в 5-10 раз ниже, чем в верхних обследованных участках реки.

Оценка экологического состояния водотоков методами биоиндикации с использованием показателей развития зообентоса. Согласно ГОСТ 17.1.3.07-82, для оценки качества воды в водоемах по характеристикам зообентоса рекомендовано использовать биотический индекс Вудивисса и отношение общей численности олигохет к общей численности донных организмов (индекс Гуднайта и Уитлея). Согласно расчетам величин этих индексов (табл. 4), оба водотока относятся ко II-III классам качества вод – категории «чистая».

Для сравнительного анализа дополнительно были рассчитаны различные индексы и показатели. Их значения приведены на рисунке, где они расположены по условным зонам: участки со «слабым» воздействием – это преимущественно верхние точки р. Лопью и весь обследованный участок р. Черь Вычегодская, с наименьшими площадями рубок; участки со «средним» воздействием – нижние точки р. Лопью с наибольшими площадями вырубков. Степень воздействия оценивали от площади вырубков (Мартынов, 1997).

Оценка экологического состояния водотоков бассейна р. Вычегды по нескольким показателям (с использованием зообентоса)

Водоток, доля вырубок, %	Оценка экологического состояния			
	Класс качества вод	Степень загрязненности воды	Отношение общей численности олигохет к общей численности донных организмов, %	Биотический индекс по Вудивиссу, баллы
Лопью, 30-60	II	Чистые	2.3	8.3
Черь Вычегодская, до 30	III	Чистые	5.6	7.4

Использование индекса BMWPI (балльная оценка подсемейств донных беспозвоночных) показало, что его значения на створах со «слабым» воздействием располагаются в зоне между 51 и 100 баллами, что соответствует «хорошему» качеству вод. Индекс ASPT (индекс средних значений таксонов) также оценивает качество вод на этих створах как «хорошее». Оба этих индекса понижают свои значения на участках рек с возрастающей антропогенной нагрузкой, в нашем случае – при увеличении площади вырубок.

На основе рассчитанных значений показателей TBI и EBI оба водотока на всех участках можно оценить как олигосапробные с хорошим качеством воды.

Значения индекса D1 на всех створах не превышали 0.3, что позволяет оценить воду на большей части створов как «чистую». Однако, значения индекса возрастали от участков со «слабым» воздействием к участкам, где степень воздействия выше. Это связано с увеличением численности олигохет в бентосе и указывает на наличие негативного влияния, возможно связанного с рубками леса.

При применении различных метрик также были получены следующие результаты: показатели соотношений Dip/N, Ch/N в створах возрастали от верхних точек с меньшими площадями вырубок к устью, где площадь вырубок увеличивается. Это указывает на наличие структурных перестроек в бентосном сообществе. Метрики очень близки по значениям и динамике по точкам и продольному профилю рек. На наш взгляд, это связано, вероятнее всего, с тем, что в группе двукрылых насекомых личинки хирономид являются преобладающей группой даже на незагрязненных участках. Такое доминирование характерно для рек Вычегодского бассейна в целом (Шубина, 2006; Лоскутова, 2016).

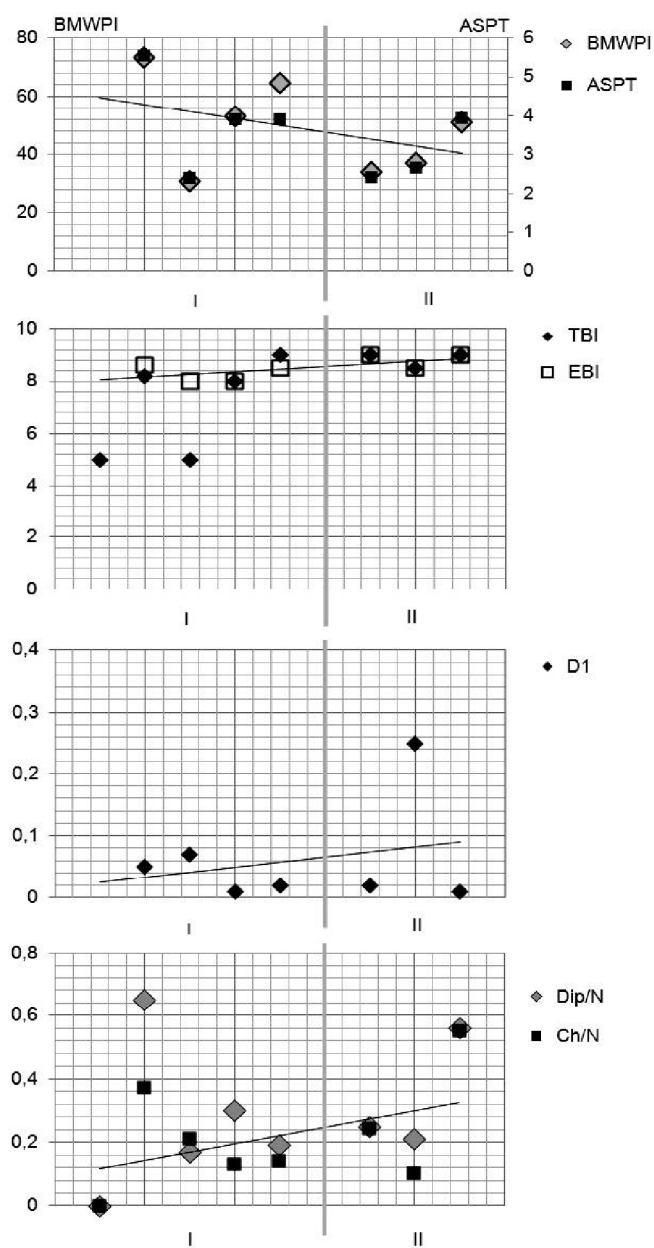
Большинство примененных нами индексов дали сходную оценку качества вод в исследованных реках. Была рассчитана корреляционная матрица для оценки связи между индексами (табл. 5).

Достоверно максимальные коэффициенты корреляции были получены для следующих комбинаций индексов: Dip/N–Ch/N (0.81); Dip/N–ASPT (0.80); BMWPI–ASPT (0.95). На основе проведенного анализа эти индексы можно счи-

тать наиболее пригодными для оценки качества вод в данном бассейне.

Обсуждение результатов

Все отмеченные в исследованных реках таксономические группы донных беспозвоночных широко распространены в основном русле р. Вы-



Значения рассчитанных индексов и показателей в исследованных реках на участках со слабым (I) и средним (II) воздействием. ———— линия тренда.

Таблица 5

Корреляционные связи между различными биотическими индексами для зообентоса рек Лопью и Черь Вычегодская

	Dip/N	Ch/N	D1	BMWPI	ASPT	TBI	EBI
Dip/N	1.00						
Ch/N	0.81	1.00					
D1	-0.09	-0.09	1.00				
BMWPI	0.62	0.25	-0.35	1.00			
ASPT	0.80	0.42	-0.30	0.95	1.00		
TBI	0.30	0.18	0.02	0.40	0.31	1.00	
EBI	0.42	0.60	0.09	0.07	0.08	0.71	1.00

Примечание: жирным шрифтом выделены достоверные значения при $p > 0.05$.

чегда и ее малых притоках (Зверева, 1969; Шубина, 2006; Кононова, 2008 и др.). Преобладание в зообентосе личинок амфибиотических насекомых, особенно представителей Diptera, Ephemeroptera и Trichoptera, обычно для рек среднетаежной зоны (Лоскутова, 2016). Доля амфибиотических нехириноидных насекомых в бентосе обеих рек достаточно высокая и составляет от 10.4 до 35.5% общей численности бентоса и от 21.2 до 40.1% общей биомассы. При этом доля личинок насекомых в р. Черь Вычегодская выше по сравнению с р. Лопью. Анализ состава и количественных характеристик зообентоса не показал различий между двумя водотоками, однако распределение бентоса по продольному профилю рек заметно отличалось. В р. Лопью на участках с большими площадями вырубок на водосборе уменьшалось число систематических групп бентоса и возрастали, по сравнению с другими участками, его количественные характеристики. Как известно (Денмухаметов, 2011 и др.), реки наиболее чутко реагируют на техногенное воздействие, проявляющееся в загрязнении вод от стоков промышленных объектов, населенных пунктов, при нарушении почвенно-растительных и гидрогеологических условий и т.п. В бассейнах рек, где была проведена рубка леса, резко увеличивается сток растворенных веществ, тогда как на контрольных водосборах, находящихся в сходных условиях, но с естественным лесным покровом, сток не изменяется (Филиппова, 2014). Сведение древостоя в результате рубок и пожаров ухудшает физико-химические свойства почвенного покрова, поверхностного стока и гидрологического режима водотоков, приводит к аномальной динамике термального режима рек, их химического состава за счет увеличения концентрации взвешенных минеральных частиц и, в конечном счете, заилению нерестовых участков рек и снижению рыбных запасов (Сплошные..., 1999). А учитывая тенденцию уменьшения водности водотоков, протекающих в зонах активной разработки леса, можно прогнозировать постепенное возрастание в них значений плотности популяций пресноводных лимнофильных форм при параллель-

ном снижении величин плотности популяций наиболее реофильных таксонов. В нижних участках р. Лопью отмечена максимальная площадь вырубок. Вероятно, увеличение количественных показателей развития бентоса в направлении от верхнего участка к устью при снижении числа групп, уменьшение численности и биомассы нехириноидных групп амфибиотических насекомых объясняется различиями гидрологического режима и характеристик отдельных участков,

которые формируются в том числе и в зависимости от площади вырубок на водосборах.

В целом в обоих исследованных водотоках качество воды остается достаточно стабильным. Оценка экологического состояния рек с использованием различных индексов и показателей позволяет отнести большинство обследованных участков к зоне относительного экологического благополучия. Однако на тех створах, где процент вырубленных площадей лесов на водосборах меньше (около 10%), индексы оценивают качество воды равномерно, а там, где площадь вырубок увеличивается, все показатели хотя и указывают на благополучное состояние малых рек, но менее стабильны. К наиболее чувствительным индексам по результатам анализа мы относим индексы BMWP и ASPT. В ряде работ (Семенченко, 2004; Особенности..., 2011; Pinder, 1987) они также указаны как лучшие в системе биоиндикации. Корреляция этих индексов между собой и с метриками Dip/N и Ch/N показывает их согласованную реакцию, что подтверждает возможность их совместного использования.

Заключение

Количественные характеристики зообентоса в исследованных малых притоках в целом укладываются в пределы колебаний их значений, отмеченных для водотоков бассейна Вычегды. В обеих реках в общем бентосе доминировали по численности личинки амфибиотических насекомых, на песчаных грунтах к ним добавлялись ракообразные, а в биомассе наравне с насекомыми значительна была роль моллюсков и местами червей.

Проведенное исследование носит рекогносцировочный характер и в будущем может быть нацелено на долгосрочный мониторинг экосистем малых притоков р. Вычегды, в бассейнах которых проводят рубки леса. Локально на отдельных участках по составу донных сообществ, количественным показателям развития и расчету ряда индексов состояние малых притоков Вычегды можно оценить как благополучное. Однако наблюдаемые местами резкие изменения в

структуре доминирующих групп бентоса и количественных показателей его развития на биотопах, близко расположенных друг от друга, указывают на существующие нарушения донных биоценозов.

Работа выполнена при частичной поддержке Коми регионального некоммерческого фонда «Серебряная тайга» в рамках проекта «Оценка долговременного воздействия лесозаготовок на водные ресурсы» и гранта Комплексной программы Уральского отделения РАН № 15-12-4-43.

ЛИТЕРАТУРА

Атлас Коми АССР / под ред. З. В. Панева, С. В. Колесника. – Москва : Главное управление геодезии и картографии, 1964. – 112 с.

Безматерных, Д. М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири : аналитический обзор / Д. М. Безматерных ; Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН. Институт водных и экологических проблем. – Новосибирск, 2007. – 87 с. – (Серия «Экология» ; вып. 85).

Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / Т. Д. Зинченко, О. В. Бухарин, В. М. Захаров, Г. С. Розенберг, Э. В. Абросимова ; под ред. О. В. Бухариной, Г. С. Розенберга. – Москва : Наука, 2007. – 404 с.

ГОСТ 17.1.3.07-82 Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. Введ. 01.01.1983. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://standartgost.ru>.

Денмухаметов, Р. Р. Антропогенная составляющая речного стока растворенных веществ / Р. Р. Денмухаметов, А. Н. Шарифуллин // Экологический консалтинг. – 2011. – № 1 (41). – С. 34-41.

Джуха, И. Г. Морфология и динамика русла р. Юг как пример руслоформирующей деятельности малой реки / И. Г. Джуха, Р. С. Чалов // Гео-морфология. – 1985. – № 1. – С. 83-91.

Дымов, А. А. Изменение органического вещества таежных почв в процессе естественного лесовозобновления растительности после рубок (Средняя тайга Республики Коми) / А. А. Дымов, Е. Ю. Милановский // Почвоведение. – 2014. – № 1. – С. 39-47.

Дымов, А. А. Изменение почв и почвенного органического вещества в процессе естественного лесовозобновления после рубки сосняка бруснично-зеленомошного / А. А. Дымов, Е. М. Лаптева, Е. Ю. Милановский // Вестник МГУЛ-Лесной вестник. – 2012. – Т. 2, № 85. – С. 67-71.

Зверева, О. С. Особенности биологии главных рек Коми АССР в связи с историей их формирования / О. С. Зверева; отв. ред. : Л. Н. Соловкина, Л. А. Братцев, Е. С. Кучина. – Ленинград : Наука, 1969. – 279 с.

Кононова, О. Н. Гидробиология малых рек бассейна средней Вычегды / О. Н. Кононова, М. А. Батурина, Б. Ю. Тетерюк // Разнообразие и пространственно-экологическая организация животного населения европейского Северо-Востока. – Сык-

тывкар, 2008. – С. 81-101. – (Труды Коми научного центра УрО РАН ; № 184).

Копотова, С. А. Использование математической модели для оценки влияния лесомелиораций на формирование гидрографов дождевых паводков (на примере р. Поломети) / С. А. Копотова, Н. А. Кондратьев, Н. А. Ливанова. – Ленинград, 1986. – С. 83-90. – (Труды ГГИ ; вып. 315).

Лоскутова, О. А. Амфибиотические насекомые малых рек и озер таежной зоны европейского северо-востока России / О. А. Лоскутова, М. А. Батурина // Проблемы водной энтомологии России и сопредельных стран : материалы VI Всероссийского (с международным участием) симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым, посвященного памяти известного российского ученого-энтомолога Лидии Андреевны Жильцовой (11-13 мая 2016 г., Владикавказ). – Владикавказ : СОГУ, 2016. – С. 73-77.

Мартынов, В. Г. Гидробиология лососевых рек Тимана в условиях концентрированных рубок леса / В. Г. Мартынов, Ю. В. Лешко, В. Б. Ларин // Трансформация экосистем Севера в зоне интенсивной заготовки леса. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1997. – С. 127-136. – (Труды Коми научного центра УрО РАН ; № 154).

Марунич, С. В. Изменение водного режима водосборов под влиянием лесохозяйственных мероприятий / С. В. Марунич, С. Ф. Федоров. – Ленинград, 1986. – С. 93-103. – (Труды ГГИ ; вып. 311).

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / отв. ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовской. – Москва : Наука, 1975. – 240 с.

Новосёлов, А. П. Факторы техногенного воздействия на бассейн реки Северной Двины / А. П. Новосёлов, И. И. Студёнов // Вестник Северного (арктического) федерального университета. Серия «Естественные науки». – 2014. – № 2. – С. 32-41.

Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна / Т. Д. Зинченко, Г. С. Розенберг, Е. В. Абакумов, Э. В. Абросимова, А. Г. Бакиев, Е. В. Белозерова, Е. Г. Бирюкова, Е. С. Богданова, Т. Н. Буркова, Л. А. Выхристюк, Л. В. Головатюк, И. А. Евланов, Г. В. Епланова, А. В. Иванова, А. А. Кириллов, А. В. Крылов, Е. В. Курина, Т. М. Лысенко, А. К. Минеев, А. Е. Митрошенкова, В. П. Морозов, О. В. Мухортова, В. Г. Папченков, Н. С. Раков, О. А. Розенцвет, С. В. Саксонов, С. А. Сенатор, М. В. Уманская, А. И. Файзулин, В. А. Цыкало, И. В. Чихляев, В. К. Шитиков ; под ред. Г. С. Розенберга, Т. Д. Зинченко. – Тольятти : Кас-сандра, 2011. – 322 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В. А. Абакумова. – Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1992. – 319 с.

Самохвалов, В. Л. Влияние гидрологического режима на зообентос горных и предгорных водотоков (руч. Контактный, Верхняя Колыма): автореф. дис. канд. биол. наук : защищена 08.05.1992 / В. Л. Самохвалов. – Москва : Изд-во МГУ, 1992. – 24 с.

Семенченко, В. П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод / В. П. Семенченко ; отв. ред. Л. М. Сушняя, А. П. Остапеня. – Минск : Орех, 2004. – 125 с.

Семенченко, В. П. Сравнительный анализ биотических индексов в системе мониторинга текущих вод биосферного заповедника / В. П. Семенченко, М. Д. Мороз // Водные ресурсы. – 2005. – Т. 32, № 2. – С. 223-231.

Спивак, Э. Г. Влияние вырубок леса на состояние нерестовых рек острова Сахалин / Э. Г. Спивак // Рыбное хозяйство. – 1994. – № 4. – С. 31-32.

Сплошные рубки и проблемы охраны девственных лесов Северного Сихотэ-Алиня / под ред. С. Д. Шлотгауэр. – Хабаровск : Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 1999. – 44 с.

Ткачев, Б. П. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы: Аналитический обзор / Б. П. Ткачев, В. И. Булатов ; ГПНТБ СО РАН. – Новосибирск, 2002. – 114 с. – (Серия «Экология» ; вып. 64).

Трансформация экосистем Севера в зоне интенсивной заготовки леса. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО

РАН, 1997. – 160 с. – (Труды Коми научного центра УрО РАН ; № 154).

Филиппова, Е. В. Влияние естественных и антропогенных факторов на гидрологический режим реки Ингода / Е. В. Филиппова // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2014. – Вып. 6, № 109. – С. 21-27.

Шитиков, В. К. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения : в 2-х кн. / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко ; отв. ред. Е. А. Криксунов. – Москва : Наука, 2005. – Кн. 1. – 281 с. ; Кн. 2. – 337 с.

Шубина, В. Н. Бентос лососевых рек Урала и Тимана / В. Н. Шубина ; отв. ред. Н. Н. Смирнов. – Санкт-Петербург : Наука, 2006. – 401 с.

Pinder, L. C. V. Biological surveillance of water quality / L. C. V. Pinder, I. S. Farr // Archiv fur Hydrobiologie. – 1987. – Vol. 225. – P. 1-24.

USING ZOOBENTHOS STRUCTURAL CHARACTERISTICS TO ASSESS SMALL RIVERS ECOLOGICAL STATE IN CONDITIONS OF LONG-TERM CUTTINGS (ON THE EXAMPLE OF THE VYCHEGDA RIVER BASIN)

M.A. Baturina, O.A. Loskutova, E.K. Rogovcova, Yu.S. Rafikova

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

Summary. More than a quarter of forest area of The Republic of Komi is affected by various methods of cutting. Massive reduction of stand leads to changes in river flows, their shallowing, disruption of water and temperature regimes, restructuring of bottom biocenoses. The most noticeable impact of logging is shown on the catchment areas of the small rivers. The aim of this study was to evaluate the ecological status of two small Vychegda tributaries under long-term cuttings using zoobenthos composition and structure and to develop recommendations on application of bioindication methods in the studied streams. In order to assess the ecological status, indexes commonly used in the biological assessment of water quality were calculated. Analysis of zoobenthos composition and quantitative characteristics showed no differences between two studied streams with different logging area. However, distribution of benthic communities along the longitudinal profile of the rivers was noticeably different. Number of taxonomic groups of benthos decreased in areas with wide logging in the river catchment area, but quantitative characteristics of benthos increased in comparison with the other sites. Assessment of the ecological status of rivers using bioindication methods allowed to classified studied small Vychegda tributaries as safe. However, sharp changes in the structure of dominant benthos groups and quantitative indexes of its development at close habitats indicate existing damages of bottom biocenoses. Performed study has shown that the most sensitive indexes are BMWP and ASPT.

Key words: zoobenthos, small rivers, long-term cuttings, assessment of water quality

ЖУКИ (COLEOPTERA) НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЮГЫД ВА» (РЕСПУБЛИКА КОМИ)**Т.Н. Конакова, А.А. Колесникова**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар
E-mail: konakova@ib.komisc.ru, kolesnikova@ib.komisc.ru

Аннотация. Фауна жесткокрылых национального парка «Югид ва» состоит из 29 семейств, 352 видов. Семейства, характеризующие энтомофауну Урала (Carabidae, Staphylinidae, Elateridae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae), лучше изучены и более разнообразны на территории национального парка. Другие 23 семейства составляют 20% от известной колеоптерофауны природного резервата, представлены одним-восемью видами. Большинство видов жуков широко распространены в Голарктике и Палеарктике, однако значим вклад сибирских элементов в разнообразии колеоптерофауны Приполярного Урала. Два вида сибирского происхождения – *Carabus regalis* (обитает в биоценозах Сибири, Урала и севера европейской части России) и *Carabus canaliculatus* (населяет природные экосистемы Сибири, Урала, через Полярный Урал и Пай-Хой переходит в Большеземельскую и Малоземельскую тундры) – находятся под угрозой исчезновения и занесены в Красную книгу Республики Коми (2009).

Ключевые слова: охрана окружающей среды, жуки (Coleoptera), видовой состав, национальный парк «Югид ва»

Введение

Республика Коми представляет собой уникальный регион для реализации программ изучения, сохранения и восстановления биоразнообразия. В регионе имеется положительный опыт в сфере создания, управления и инвентаризации особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Решаются проблемы, связанные с устойчивым функционированием системы особо охраняемых объектов; принята концепция развития сети ООПТ в Республике Коми с учетом экологических, социальных и экономических особенностей региона. С 2000 г. начата планомерная инвентаризация объектов природно-заповедного фонда с целью наиболее полного выявления их биологического разнообразия на видовом и экосистемном уровнях. Функционирование резерватов для сохранения и поддержания биоразнообразия в условиях уязвимых северных экосистем особенно актуально в современной экологической обстановке. На сегодняшний день природно-заповедный фонд республики насчитывает 239 объектов общей площадью 5.4 млн. га (13% от площади республики), два из которых имеют статус ООПТ федерального значения – Печоро-Илычский государственный природный биосферный заповедник и национальный парк «Югид ва» и являются объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми» (Кадастр..., 2014; Дёгтева, 2015).

Национальный парк – это хороший модельный объект для проведения исследований, мониторинга и охраны местообитаний редких видов животных. Жуки являются важнейшим компонентом биогеоценозов, многие из них чутко реагируют на изменения условий, поэтому их часто применяют в качестве биоиндикаторов состояния окружающей среды. Это немаловажно для территории парка, которая до настоящего времени испытывает не только рекреационную нагрузку, но и антропогенное влияние после добычи полезных ископаемых.

Цель данной работы – определить современное состояние колеоптерофауны (выявить видовой состав и оценить обилие видов) на территории национального парка как крупнейшего природного резервата европейского Севера.

Первые сведения о жесткокрылых исследуемого района содержат списки жуков Припечорского края (Sahlberg, 1898; Porpius, 1905; Журавский, 1906, 1909, 1910), позднее эти данные были обобщены в монографиях «Производительные силы Коми АССР» (1953) и «Животный мир Коми АССР» (Седых, 1974). В последние десятилетия изучению энтомокомплексов в национальном парке уделяется все большее внимание (Медведев, 2001, 2005; Ужакина, 2007; Бассейн..., 2007; Биоразнообразие водных..., 2010). Однако в обобщающей монографии по особо охраняемым территориям Республики Коми (Кадастр..., 2014) какие-либо данные о жуках национального парка отсутствуют. Приведенный ниже список из 352 выявленных видов не может считаться исчерпывающим и адекватно отражающим все разнообразие фауны жесткокрылых национального парка. При более детальных и планомерных исследованиях он должен существенно увеличиться. Важность проведения целенаправленной инвентаризационной работы на ООПТ несомненна по причине того, что регистрировать изменения и отслеживать динамику природных экосистем возможно только при наличии информации об их компонентах.

Район исследования. Материалы и методы

Национальный парк «Югид ва» создан в 1990 г., в 1994 г. получил статус российского. Резерват располагается на северо-востоке Республики Коми и является крупнейшим в России и Европе, его площадь составляет более 18 тыс. км² (Кадастр..., 2014). На юге парк примыкает к Печоро-Илычскому заповеднику, его западная граница проле-