

УДК 574.5

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА НА БАЗЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВЫХ РУД ОЛЕНИЙ РУЧЕЙ (КОЛЬСКИЙ П-ОВ)

А. Н. Шаров¹, А. В. Рябинкин², С. Ф. Комулайнен³

¹ *Институт водных проблем РАН*

² *Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН*

³ *Институт биологии Карельского научного центра РАН*

Рассмотрены особенности современного состояния сообществ гидробионтов в близлежащих водоемах с местом планируемого строительства крупного промышленного объекта по добыче и переработке апатит-нефелиновых руд на месторождении Олений Ручей (Кольский п-ов). Согласно количественным и структурным показателям сообществ перифитона, фитопланктона, зоопланктона и зообентоса обследованные водоемы являются олиготрофными и характеризуются высоким качеством воды. Результаты исследований могут быть использованы в качестве фоновых значений для дальнейшего мониторинга окружающей среды после начала разработки месторождения.

К л ю ч е в ы е с л о в а : фоновые значения, гидробиологический мониторинг, водоросли, зоопланктон, зообентос.

A. N. Sharov, A. V. Ryabinkin, S. F. Komulainen. HYDROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WATERBODIETS IN THE AREA OF CONSTRUCTION OF THE ORE DRESSING MILL CONNECTED TO THE APATITE-NEPHELINE DEPOSIT OLINIY RUCHEY (KOLA PENINSULA)

State-of-the-art in aquatic communities in waterbodies near the planned large industrial facility for mining and processing of apatite-nepheline ores from Oleneiy Ruchey deposit (Kola Peninsula) is studied. Judging by the quantitative and structural parameters of periphyton, phytoplankton, zooplankton and zoobenthos communities, the surveyed reservoirs are oligotrophyc, with high water quality. Results of the studies can be used as reference vaues for further environment monitoring after development of the deposit begins.

Key words: reference values, hydrobiological monitoring, algae, zooplankton, zoobenthos.

Введение

Строительство, расширение предприятий и их эксплуатация на водосборных бассейнах в большинстве случаев оказывают негативное влияние на экологические условия в водоемах. Водные объекты в районах строительства новых промышленных объектов становятся коллекторами различных видов загрязнений, в той или иной степени влияющих на качество природных вод и водное население.

Отрицательный эффект может быть уменьшен разработкой целостной системы водоохраных мероприятий на основе данных, полученных в результате мониторинга на водоемах особенно в период, предшествующий интенсивному техногенному влиянию. Гидробиологические исследования, являющиеся составной частью мониторинга водных экосистем, позволяют оценить современное состояние водоемов и их возможные изменения. Гидробионты первыми реагируют на антропогенное воздействие и могут служить надежными индикаторами. Преимущество методов биологического контроля заключается в том, что выступая в качестве «*постоянных мониторов*», различные группы гидробионтов реагируют на большое количество факторов среды и суммируют эффект смешанных воздействий на водные экосистемы.

Успехи многих разделов современной гидробиологии не означают, что флористика и фаунистика в практике исследования водоемов исчерпали себя. Особенно актуальны таксономические исследования в водоемах высоких широт, подвергаемых различным видам антропогенной нагрузки. Диагностическим признаком антропогенно измененных сообществ водных организмов является изменение эколого-географических спектров [Комулайнен, 2004]. Отмечено увеличение количества мезогалобных и галофильных видов. Тенденции антропогенной трансформации гидробиоценозов включают также бореализацию и космополитизацию сообществ.

Цель данной работы – дать оценку состояния разнообразия, структуры, особенностей функционирования сообществ гидробионтов в водоемах до начала строительства крупного промышленного объекта по добыче и переработке апатит-нефелиновых руд на месторождении Олений Ручей. Результаты исследований будут использованы в дальнейшем мониторинге окружающей среды после начала разработки месторождения.

Материалы и методы

Месторождение апатит-нефелиновых руд Олений Ручей расположено в Кировском районе Мурманской области в восточной части Хибинского горного массива на расстоянии 50 км от г. Кировска и примыкает с северо-востока к Ньоркпахскому месторождению, разрабатываемому Восточным рудником ОАО «Апатит».

В проекте горно-обогачительного комбината (ГОК) на базе месторождения Олений Ручей предусматривается разработка карьера и подземного рудника, что позволит через 10 лет от начала строительства вывести предприятие на проектную производительность по добыче руды – 6 млн т/год. Проектом определены оптимальные технические решения по добыче и комплексному обогащению апатит-нефелиновой руды в условиях строительства нового компактного горно-обогачительного комбината.

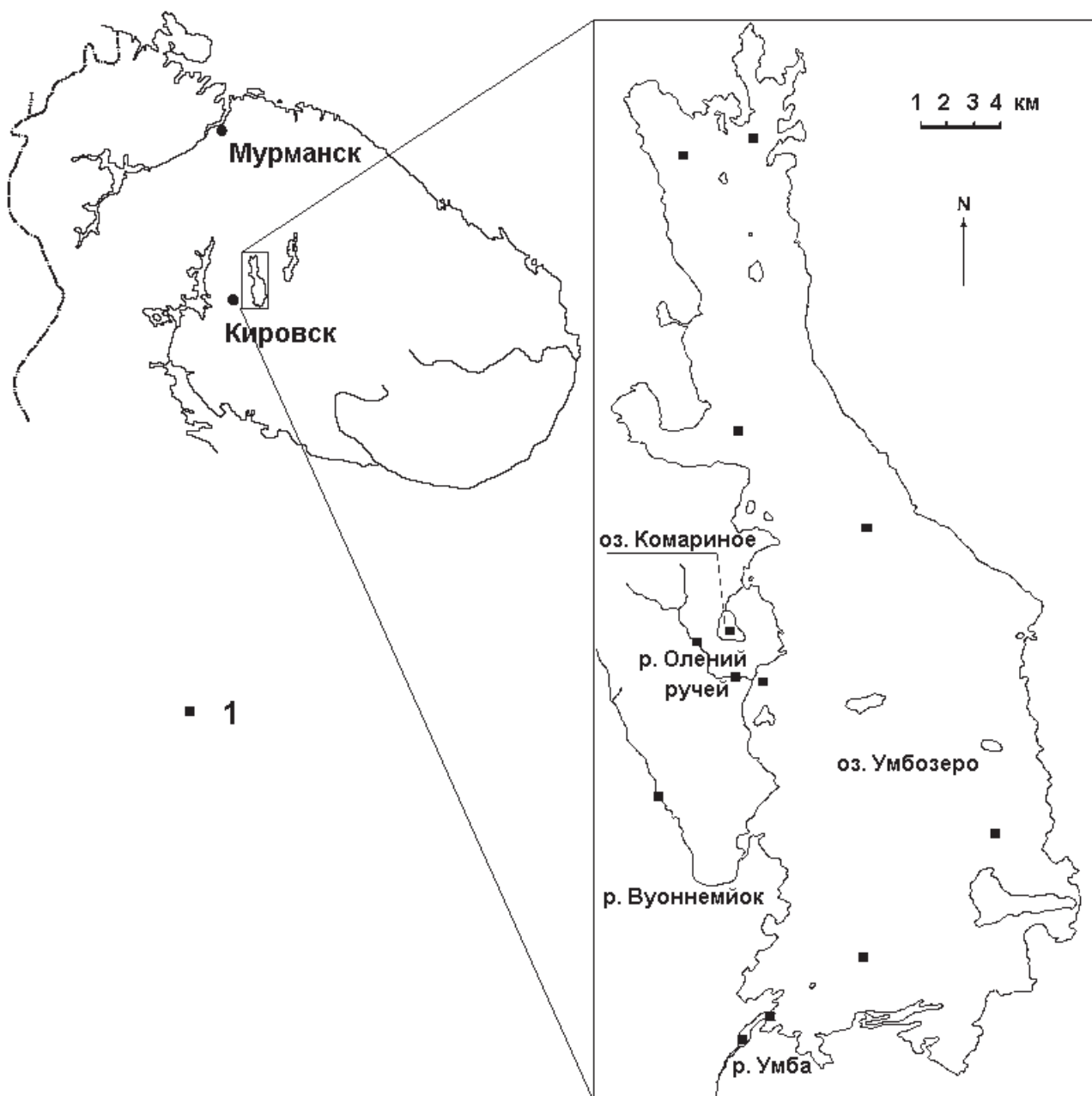
В зону возможного воздействия проектируемого объекта входят оз. Умбозеро, в частности – его западная часть, руч. Олений с притоками, а также небольшое оз. Комариное (рис.).

Оз. Умбозеро – второй по величине водоем Мурманской области: площадь водного зеркала 313 км², длина 47 км, наибольшая ширина 16 км. По максимальной глубине (115 м) озеро стоит в ряду наиболее глубоких озер Европейской территории России. Общая площадь водосбора 2380 км². Из озера вытекает р. Умба, впадающая в Белое море.

Площадь оз. Комариного составляет около 1 км². Оз. Комариное является мелководным, поэтому в летний период прогревается более интенсивно. Данные, характеризующие оз. Комариное, отсутствуют.

Ручей Олений дренирует производственные площадки намечаемых горных работ, проектируемых в связи с освоением месторождения Олений Ручей. Площадь водосбора Оленьего ручья – 22,2 км², и средний уклон водной поверхности – 54,0 ‰. Модуль стока – 9,07 л/с/км².

Воды оз. Умбозеро характеризуются низкой цветностью, значения перманганатной окисляемости остаются низкими; большие глубины озера препятствуют его прогреву, что ограничивает продукционные процессы. Максимальная прозрачность воды, отмеченная в озере, составляет 8 м. Для озера характерно и низкое содержание фосфатов. Несмотря на то, что в непосредственной близости разрабатываются месторождения фосфорсодержащих руд, дополнительного обогащения вод фосфором не отмечается, и он остается лимитирующим показателем продуктивности водоема.



Карта-схема района исследований. 1 – точки отбора гидробиологических проб

Исследование водных сообществ включало анализ видового состава, количественных показателей и экологических характеристик. Расположение станций отбора проб в период экспедиционных исследований в 2007 г. было выбрано с тем расчетом, чтобы оценить структуру сообществ в наибольшем числе биотопов.

Пробы фитопланктона (объем 1 л) отбирали батометром Руттнера на оз. Умбозеро и Комарино, консервировали йодно-формалиновым фиксатором. Подсчет водорослей проводили на инвертированном световом микроскопе «Zeiss», биомассу водорослей определяли по индивидуальным объемам клеток [Гусева, 1959; Willen, 1974]. При экологи-

географической характеристике фитопланктона придерживались наиболее разработанных и универсальных систем, принятых в экологии и биогеографии видов [Sladeczek, 1973; Давыдова, 1985; Барина и др., 2006].

Пробы перифитона были отобраны по общепринятой методике [Комулайнен, 2004] на станциях, выбранных в истоке р. Умбы из оз. Умбозеро и в ручьях Олений и Вуоннемюк. Для оценки степени загрязнения были использованы индекс В. Сладечека [Sladeczek, 1986] и трофический диатомовый индекс – TDI [Kelly, 1995].

Для количественного учета зоопланктона применялась малая сеть (газ N 55). Пробы зоо-

планктона в ручьях были отобраны путем процеживания 50–100 л воды через планктонную сеть Апштейна (сито № 64). Пробы фиксировали 4,0 % формалином. Камеральная обработка материала проведена по общепринятой в гидробиологии методике [Методические рекомендации..., 1984] сотрудником Петрозаводского университета М. Г. Рябинкиной.

Количественные пробы макрозообентоса в оз. Комарином отбирались дночерпателем Экмана (площадь захвата 300 см²), в ручьях отбирались с помощью рамки, площадью 0,04 м². Пробы консервировались 4 % раствором формалина. Камеральная обработка включала разбор проб по общепринятым при исследовании макрозообентоса систематическим группам. Разобраный и взвешенный материал фиксировался 70 % этанолом. Для оценки качества воды водотоков по макрозообентосу использован биотический индекс Ф. С. Вудивисса [Woodiviss, 1964] в модификации В. А. Яковлева [Яковлев, 1988], разработанный для оценки малых водотоков Кольского полуострова. Количественные характеристики зообентоса оз. Умбозеро даны по материалам исследований В. А. Яковлева в 1982–1984 гг.

Результаты исследований

Водоросли. В период наших исследований в фитопланктоне оз. Умбозеро были обнаружены 54 вида, разновидностей и формы планктонных водорослей. Среди доминантов наиболее часто встречались *Asterionella formosa* Hass., *Aulacoseira distans* (Her.) Sim., *A. ambigua* (Grun.) Sim., *Cyclotella* spp., *Surirella* spp., *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz., *T. fenestrata* (Lyngbye) Kütz. Из десмидиевых обнаружено всего два вида. Виды рода *Aulacoseira* и *Peridinium aciculiferum* Lemm. встречаются преимущественно в северной части озера. В южной мелководной части озера видовой состав фитопланктона беднее, чем в других районах озера. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в северной части озера, в районах впадения р. Суры и ручья

Азимут. Эти районы испытывают воздействие хозяйственно-бытовых стоков поселка Ревда.

Распределение биомассы фитопланктона оз. Умбозеро в период наших исследований (август 2007 г.) было неравномерным – от 0,2 до 2,7 г/м³. Во всех районах отбора проб доминировали диатомовые в общей биомассе, причем около 50 % приходилось на *Asterionella formosa*. Высокие значения биомассы фитопланктона были отмечены в мелководных наиболее прогреваемых частях озера. На севере озера, в районе воздействия хозяйственно-бытовых стоков пос. Ревда, процентный вклад криптофитовых и синезеленых водорослей в общую биомассу фитопланктона был значительно выше, чем в среднем по озеру. Динофитовые, характерные для глубоких озер, практически отсутствуют в составе фитопланктона. Видовой состав и значения биомассы фитопланктона центральной и южной частей оз. Умбозеро характерны для глубоких олиготрофных субарктических озер.

Видовое богатство альгофлоры перифитона исследованных водоемов и их участков определяют диатомовые водоросли (табл. 1), среди которых доминируют *Tabellaria flocculosa*, *Achnanthes minutissima*, *Ceratoneis arcus*, виды, типичные для перифитона олиготрофных водотоков Европейского Севера, не испытывающих повышенной антропогенной нагрузки [Комулайнен, 1995, 2003].

Биомассу перифитона в исследованных реках определяют нитчатые зеленые водоросли: *Ulothrix zonata*, *Zygnema* sp., *Mougeotia* sp., *Draparnaldia glomerata* (Vauch.) Ag., *Oedogonium* sp. Размах колебаний численности водорослей в конце биологического лета (август) достигал в исследованных реках нескольких порядков – от 0,1×10⁴ до 1301,5×10⁴ кл/см², а биомасса изменялась от 0,1 до 58,5 мг/см² субстрата. Однако в целом во всех исследованных реках в конце биологического лета отмечены достаточно близкие средние значения биомассы (табл. 2).

В перифитоне исследованных водотоков наиболее разнообразно представлены β-мезосапробы. Значения индексов сапробности,

Таблица 1. Доминирующие виды в перифитоне исследованных водотоков

Водоток	Доминирующие виды	
	по численности (N % > 10)	по биомассе (B % > 10)
р. Умба	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth.) Kütz, <i>Achnanthes minutissima</i> Kütz, <i>Asterionella formosa</i> Hass.	<i>Ulothrix zonata</i> Kütz, <i>Zygnema</i> sp., <i>Mougeotia</i> sp.,
р. Вуоннейок	<i>Ceratoneis arcus</i> (Ehr.) Kütz, <i>Diatoma vulgare</i> Grun, <i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Sc.
руч. Олений	<i>Ceratoneis arcus</i> (Ehr.) Kütz, <i>Diatoma vulgare</i> Grun., <i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr	<i>Mougeotia</i> sp., <i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Sc.

а также структура группировок перифитона указывает на отсутствие заметных различий. В альгоценозах отсутствуют виды, характеризующиеся высокой требовательностью к фосфору и азоту. Индексы сапробности изменялись от 0,6 до 1,6 для индекса Сладчека и от 2,3 до 2,8 для TDI и располагаются в пределах β -мезосапробной зоны. На основании преобладания в обрастаниях видов свойственных водам с низкой трофностью, и заметным обилием видов, свойственных бореальным водоемам с низкой минерализацией, не подверженных антропогенному влиянию, исследованные водоемы можно характеризовать как олиготрофные. Вода водоемов по составу индикаторных видов условно чистая.

Зоопланктон. По результатам наших исследований, проведенных в сентябре 2007 г., в составе планктонных сообществ оз. Умбозеро обнаружено 25 видов Rotatoria – 12, Copepoda – 2, Cladocera – 11. По численности на всех станциях доминируют коловратки *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Keratella quadrata* (Muller) – от 35 до 70 %. В среднем около 30 % от общей численности приходится на долю ветвистоусых ракообразных. По биомассе преобладают Cladocera сем. Chydoridae (*Acroperus harpae* (Baird), *Alona quadrangularis* (Muller), *Alonella nana* (Baird)) от 50 до 95 %. Группа веслоногих ракообразных представлена в основном копеподитными и науплиальными стадиями. Доля Copepoda в разных районах озера составляет от 10 до 36 % от общей численности и от 2 до 32 % от общей биомассы планктонных сообществ. Индекс сапробности колеблется по станциям в диапазо-

не от 1,66–1,93, что характеризует оз. Умбозеро как β -мезосапробный водоем.

Количественные характеристики зоопланктона оз. Умбозеро в осенний период представлены в табл. 3. Средняя биомасса осеннего зоопланктона оз. Умбозеро по результатам наших исследований составила 0,20 г/м³, при средней численности 18,0 тыс. экз/м³.

В составе планктонного сообщества небольшого оз. Комариного встречены Rotatoria (*K. longispina*, *K. quadrata*) и Copepoda (*Eudiaptomus sp.*). Зоопланктон очень беден в количественном отношении, что определяется типом водного объекта и особенностями сезонной динамики сообществ. Средняя численность не превышает 1,0 тыс. экз/м³, средняя биомасса – 0,004 г/м³. Воды озера соответствуют классу β -мезосапробных, умеренно загрязненных.

Планктонная фауна обследованных ручья Олений и р. Вуоннемейок не отличается таксономическим разнообразием, в ней насчитывается 18 таксонов, в том числе Cyclopoidea – 1, Cladocera – 9, Rotatoria – 8.

В состав зоопланктонных сообществ входят представители северного планктического комплекса, в том числе эврибионтные виды. Ведущими компонентами сообщества на исследованных участках является небольшое число видов, характерных для осеннего планктона, имеющих широкий ареал распространения, отличающихся высокой экологической пластичностью и относятся, главным образом, к β -мезосапробам (табл. 4).

Таблица 2. Численность (N), биомасса (B) водорослей перифитона и содержание хлорофилла а (Chl) в прикрепленных сообществах исследованных водотоков

Водоток	N		B		Chl
	Mean (min-max)				
	10 ⁴ кл/см ²		мг/см ²		
р. Умба	21,2 (6,5–1301,5)		4,4 (0,1–16,7)		15,1 (0,1–51,3)
р. Вуоннемейок	8,5 (0,7–876,0)		2,1 (0,5–17,8)		1,8 (0,3–42,0)
руч. Песочный	13,1 (0,2–430,0)		2,8 (0,2–22,4)		–
руч. Олений	7,6 (16,0–173,8)		3,7 (0,2–58,5)		2,8 (0,2–92,0)

Таблица 3. Количественные характеристики (N – численность, тыс. экз/м³, B – биомасса, г/м³, S – показатель сапробности) зоопланктона оз. Умбозеро

Станция	N	B	Rotatoria		Cladocera		Copepoda		St
			N	B	N	B	N	B	
1	37,0	0,53	15,7	0,013	12,0	0,490	9,3	0,030	1,66
2	2,5	0,03	1,5	0,001	0,8	0,027	0,25	0,001	1,67
3	22,5	0,16	15,3	0,030	2,0	0,080	5,3	0,050	1,75
4	28,0	0,29	9,7	0,010	8,3	0,220	9,9	0,060	1,93

Таблица 4. Количественные характеристики (N – численность, тыс. экз/м³, B – биомасса, мг/м³, S – показатель сапробности) зоопланктона обследованных водотоков

Водоток	N	B	Доминирующие виды	S
р. Вуоннемейок	0,68	8,60	<i>Notolca caudata</i> Carlin, <i>Bosmina obtusirostris</i> Sars, <i>Alonellana</i> (Baird)	1,47
руч. Олений	0,04	0,05–0,42	<i>Kellicottia longispina</i> , <i>Bosmina obtusirostris</i> , <i>Alonella nana</i>	1,76

Результаты обработки проб показали, что по видовому составу доминирующих комплексов зоопланктона водотоков различаются незначительно. Наибольшим видовым разнообразием (17 видов) и степенью количественного развития отличается р. Вуоннемйок.

Зообентос. Состав донной фауны оз. Комариного типичен для небольших озер, относящихся к так называемому Ловозерскому горному ландшафту. В состав доминирующего комплекса входят Chironomidae родов Procladius, Limnophyes, Eukiefferiella, Orthocladius, Oligochaeta и Mollusca (Bivalvia). Количественные показатели развития бентоценозов невелики – средняя численность 1,4 тыс. экз/м², средняя биомасса – 1,5 г/м².

Макрозообентос обследованных водотоков сходен по видовому составу и сравнительно разнообразен. В составе фауны обнаружены представители Oligochaeta, Insecta (Plecoptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Simuliidae, Limoniidae, Chironomidae). В таксономической структуре бентоса доминируют нимфы Plecoptera и личинки Chironomidae, что свидетельствует об относительно высоком качестве воды. Индекс Вудивисса колеблется в диапазоне 8–9. Средние количественные характеристики представлены в табл. 5.

Таблица 5. Средние количественные характеристики макрозообентоса обследованных водотоков

Таксон	Численность		Биомасса	
	экз/м ²	%	г/м ²	%
Plecoptera	1925	30,43	0,888	39,44
Oligochaeta	1025	16,21	0,750	33,33
Chironomidae	3200	50,59	0,413	18,33
Trichoptera	50	0,79	0,088	3,89
Simuliidae	100	1,58	0,088	3,89
Limoniidae	25	0,40	0,025	1,11
Сумма	6325	100,00	2,250	100,00

Обсуждение результатов

Формирование ультрапресных вод гидрокарбонатно-натриевого состава вполне закономерно при выветривании магматических пород кислого состава. Согласно таксации [ГОСТ 17.1.2.04-77], воды оз. Умбозеро, оз. Комариного и Оленьего ручья – пресные ксеногалобные очень мягкие. В исследованных водоемах и водотоках содержание взвешенных веществ не превышает 1 мг/л, что свидетельствует о природной чистоте воды по этому показателю и может служить ориентиром для разработки прогноза воздействия проектируемого объекта на водные объекты.

Автотрофные организмы являются центральным звеном любой экосистемы. В водных экосистемах ведущую роль в новообразовании

первичного органического вещества играют водоросли. От их жизнедеятельности зависит функционирование всех остальных трофических уровней водоема. Водоросли – наиболее чувствительный и надежный индикатор водных экосистем, с помощью которых можно на ранних стадиях диагностировать загрязнение до выявления его методами химического анализа. Преимущество альгологических исследований при мониторинге водных экосистем объясняется коротким жизненным циклом водорослей, что позволяет даже при проведении ограниченных по времени наблюдений не только определить современное состояние водоемов, но и оценить возможные изменения. Основное внимание при исследовании водных экосистем уделяется фитопланктону. Фитоперифитон, отличающийся значительной спецификой видового состава, сезонной и многолетней динамики, изучен намного слабее. Однако именно перифитон приобретает важное значение при ведении экологического мониторинга небольших ручьев и рек, вследствие своих биологических особенностей.

Первые сведения о водорослях района исследований указаны в работе Е. К. Хирна [Hirn, 1895], представляющие собой обобщение результатов гидробиологических исследований водоемов Финляндии и анализ материалов, в том числе собранных Кильманом в 1889 и 1892 гг. в оз. Умбозеро, р. Умбе.

В работе К. Левандера [Levander, 1905] для фитопланктона оз. Умбозеро приводится 67 видов и форм, отмечается богатство группы десмидиевых водорослей. Наиболее распространенными водорослями указываются синезеленые – *Anabaena* и *Coelosphaerium*, протококковые – *Botryococcus braunii* Kütz. и диатомовые – *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Asterionella gracillima* Hass., *Fragilaria crotonensis* Kitt. Летом 1956 г. [Клубницкая, 1957] в южной части озера был выявлен 31 таксон (преимущественно диатомовые и десмидиевые). На фоне качественной и количественной бедности фитопланктона подчеркивается преобладание диатомовых – *A. formosa*, *T. flocculosa*. В период летних исследований 1960 г. [Петровская, 1966] единичные экземпляры диатомовой водоросли *Melosira* sp. (*Aulacoseira* sp.) были встречены в поверхностном слое воды оз. По сравнению с другими озерами региона фитопланктон оз. Умбозеро имеет бедный видовой состав. Сопоставление наших данных с результатами более ранних исследований [Hirn, 1895; Levander, 1905; Клубницкая, 1957] показало, что состав диатомовой флоры практически не изменился. Исключение представляют виды рода

Aulacoseira, которые в последнее время становятся массовыми. Десмидиевые водоросли из доминирующих перешли в разряд редких.

Данные по биомассе фитопланктона субарктических озер немногочисленны. Исследования озер Кольского п-ова [Летанская, 1974; Никулина, 1975], Большеземельской тундры [Гецен, 1976; Трифонова, 1990], Канады [Lund, 1962; Kalff, 1967; Moore, 1978], севера Скандинавии [Heinonen, 1980; Holmgren, 1983] показали, что биомасса фитопланктона в природно-чистых водоемах низкая, средние значения за вегетационный сезон, как правило, не превышают 1 г/м³. Доминирующие группы фитопланктона – диатомовые, синезеленые и динофитовые. Однако, как показали более поздние исследования, при эвтрофировании и в субарктических водоемах биомасса водорослей значительно увеличивается [Holmgren, 1983; Трифонова, 1990].

Выбор перифитона в качестве объекта исследования обусловлен тем, что прикрепленные сообщества свободны от кратковременного влияния случайных, локальных изменений гидрологического и гидрохимического режима и отражают средний фон, преобладающий в данном водоеме. Группировки водорослей в быстро текущих реках находятся в более или менее одинаковых условиях, здесь нет таких резких колебаний в температурном и газовом режимах, которые наблюдаются в стоячей воде. Это позволяет с помощью анализа структуры альгоценозов обрастаний установить факт воздействия на водоем, ранее имевший место.

Перифитон является ярким примером экотонного, пограничного сообщества, в формировании которого сказывается влияние донных и планктонных альгоценозов. Поэтому анализ видового состава обрастаний позволяет ориентировочно оценить структуру фитопланктона и микрофитобентоса на прилегающих участках и дает более полное представление об альгофлоре водоема.

В альгофлоре перифитона исследованных участков характерна таксономическая однородность группировок. Основное фитоценотическое значение имеет небольшое число видов при значительной выравненности структуры альгоценозов. Это усиливает однородность альгофлоры и заметно нивелирует различия в структуре альгофлоры исследованных участках.

В составе зоопланктона оз. Умбозеро по литературным данным отмечено 50 видов, из которых Protozoa – 3, Rotatoria – 18, Copepoda – 14, Cladocera – 15 [Крохин, Семенович, 1940; Клубницкая, 1957; Петровская, 1966]. В северной части озера летом 1939 г. в планктоне наиболее

часто встречались *K. longispina*, *Asplanchna priodonta* Gosse, *B. longirostris*, *Holopedium gibberum* Zaddach., *Bosmina coregoni* Baird, *Ediaptomus gracilis* Sars, *Mesocyclops leuckarti* Claus. По данным М. В. Петровской [Петровская, 1966], в летнем зоопланктоне озера среди Rotatoria преобладали *K. longispina* и *Synchaeta* sp., среди ветвистоусых – босмины и дафнии, веслоногих – представители родов *Diaptomus* и *Heteroscope*. Автор относит планктон к бедному в кормовом отношении коловраточно-копеподитному типу. Средняя биомасса зоопланктона летом 1960 г. в глубоководной северной части озера составила 0,31, в южной мелководной части – 0,51 г/м³. В целом по озеру биомасса ракообразных составляла 0,25 г/м³ при плотности 6,97 тыс. экз/м³. В южной части озера доминирующий комплекс зоопланктона представлен видами: *H. gibberum*, *K. longispina*, *E. gracilis*, *M. leuckarti*, *C. unicornis*, *B. coregoni* [Клубницкая, 1957].

В первых публикациях, посвященных исследованию донной фауны оз. Умбозеро [Крогиус, 1931; Крохин, Семенович, 1940; Клубницкая, 1957; Петров, Стругач, 1966], дается характеристика таксономического состава и приводятся средние величины биомассы для озера – 0,6 г/м².

По материалам исследований в 1982–1984 гг. выявлено, что такие факторы как глубоководность, преобладание каменистых берегов, бедность растительности, низкая температура воды, низкая минерализация и чрезвычайно небольшое содержание биогенных элементов в воде – определяют фаунистическую бедность и низкие количественные показатели зообентоса в озере [Моисеенко, Яковлев, 1990]. В бентофауне озера отмечены следующие систематические группы: Hydrozoa, Turbellaria, Nematoda, Oligochaeta, Hirudinea, Mollusca, Ostracoda, Amphypoda, Hydracarina, Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera, Diptera (Ceratopogonidae, Empididae, Chironomidae). Наиболее изучен видовой состав хирономид – 33 вида и личиночные формы, преобладающая часть которых приходится на подсемейства Orthoclaadiinae и Chironominae.

Пространственное распределение донных организмов характеризовалось сравнительным богатством жизни в литорали – верхней сублиторали, на глубинах от 3 до 8 м. С увеличением глубины разнообразие и количественные показатели зообентоса закономерно снижаются. Начиная с глубин 25–30 м на илах, с примесью рудных включений чаще других обнаруживаются хирономиды *Trissocladius parataticus* (Tshernovskij), *Prodiamesa bathyphila* Kieffer, *Procladius* sp., олигохеты *Spirosperma ferox* Eisen и моллюски *Neopisidium conventus* (Clessin). На

отдельных участках к ним присоединяется бокоглав *Gammarus lacustris* Sars. Повсюду в пробах обнаруживаются бентические Соперода рода *Acanthocyclops*. В средней, глубоководной части озера доминируют личинки *Orthoclaadiinae*. Кроме них, обычны *S. ferox*, *Protanypus sp.*, *P. bathyphila*, *T. parataticus*, *Procladius ferrugineus* (Kieff.).

В целом для бентофауны оз. Умбозеро характерны невысокие количественные показатели – 530 экз/м² и 0,85 г/м². Как по численности, так и по биомассе доминируют личинки хирономид (табл. 6).

Таблица 6. Количественные характеристики зообентоса оз. Умбозеро (по материалам исследований В. А. Яковлева, 1982–1984 гг.)

Группы организмов	Встречаемость, %	Численность, экз/м ²	Биомасса, г/м ²
Oligochaeta	9	134	0,24
Mollusca	56	52	0,10
Amphipoda	11	2	0,03
Chironomidae	100	331	0,46
Tanypodinae	100	128	0,27
Orthoclaadiinae	67	91	0,13
Tanytarsini	44	64	0,02
Chironomini	44	48	0,03
Прочие	100	11	0,03
Всего	–	530	0,85

Выводы

Состав массовых видов альгоценозов и их количественные характеристики говорят о большом сходстве с водорослевыми сообществами холодноводных, олиготрофных водоемов бореальной и субарктической зон. Небольшие различия таксономического состава определяются географическим положением водотоков и их гидрологическим режимом. Структура исследованных альгоценозов достаточно четко отражает трофический статус исследованного водоема и указывает на отсутствие изменений связанных с антропогенным повышением трофности. Состав индикаторных видов водорослей в водотоках характеризует качество вод как условно чистая.

Количественные показатели зоопланктонных и бентосных сообществ невелики, и согласно общепринятой классификации трофического статуса [Китаев, 1984] характеризуют данные водоемы как олиготрофные. Индекс сапробности, рассчитанный по индикаторным видам зоопланктона, соответствуют классу β-мезосапробных, т. е. умеренно загрязненных вод. Это объясняется характерным преобладанием коловраток в осеннем планктоне, что обуславливает сдвиг показателя в β-мезосапробную зону. Вместе с тем характер видового состава свидетельствует о высоком

качестве вод, характерном для северных природных водоемов.

Оценка состояния гидробиологических сообществ водных объектов, расположенных в районе строительства ГОКа на базе месторождения апатит-нефелиновых руд Олений Ручей, показала, что обследованные водоемы являются олиготрофными и характеризуются относительно высоким качеством воды с характерным разнообразием водорослевых сообществ, зоопланктона и зообентоса.

Гидробиологические исследования, проведенные до начала строительства и ввода в эксплуатацию крупного промышленного комплекса, позволили определить природные характеристики сообществ водных организмов. Наблюдаемые изменения в структуре фитоперифитона, фитопланктона, зоопланктона и зообентоса не носят «катастрофический» характер, но требуют продолжения более детального анализа режима всех параметров экосистемы. Данные по отдельным экологическим группировкам гидробионтов дополняют друг друга, повышая объективность и корректность выводов. Поэтому мы считаем целесообразным включать в программу мониторинга анализ типичных для водоема гидробиоценозов. Полученные результаты могут использоваться для комплексной оценки экологического состояния водных экосистем, подверженных антропогенному воздействию, и позволят дополнить существующие данные об особенностях формирования структуры гидробиоценозов в водоемах высоких широт.

Литература

- Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.
- Гецен М. В. Фитопланктон тундровых озер Харбейской системы // Продуктивность озер восточной части Большеземельской тундры. Л., 1976. С. 33–55.
- ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов.
- Гусева К. А. К методике учета фитопланктона // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. Л., 1959. Т. 2. С. 44–51.
- Давыдова Н. Н. Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л.: Наука, 1985. 244 с.
- Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М., 1984. 207 с.
- Клубницкая Г. Д. Гидробиологическая характеристика южной части Умбозера. Дипломная работа. Ленингр. гос. ун-т. Рукопись. Л., 1957. 79 с. (Фонды Кольского НЦ РАН).
- Комулайнен С. Ф. Фитоперифитон в малых реках Кольского полуострова // Гидробиологический журнал. Киев, 1995. 27 с. Деп. ВИНТИ. 22.08.94. N 2097–В94.

Комулайнен С. Ф. Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2003. 43 с.

Комулайнен С. Ф. Экология фитоперифитона малых рек Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2004. 182 с.

Крогиус Ф. В. Предварительный отчет о работе экспедиции на Умбозере и озере Имандра летом 1930 г. // Изв. Ленингр. науч.-исслед. ихтиол. ин-та. 1931. Т. 13. Вып. 1. С. 45–61.

Крохин Е. М., Семенович Н. И. Материалы к познанию озера Умбозера (гидрохимическая характеристика, прозрачность, планктон и бентос) // Материалы к изучению поверхностных вод Кольского полуострова. Сборник № 1. Апатиты: Рукопись. 1940. С. 151–191 (Фонды Кольск. научн. центра АН СССР).

Летанская Г. И. Фитопланктон и первичная продукция озер Кольского полуострова // Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Л., 1974. Ч. 2. С. 78–119.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов в гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1984. 33 с.

Моисеенко Т. И., Яковлев В. А. Антропогенные преобразования водных экосистем Кольского севера. Л.: Наука, 1990. 221 с.

Никулина В. Н. Фитопланктон // Биологическая продуктивность северных озер. Ч. 2. Озера Зеленецкое и Акулькино. Л., 1975. С. 37–52.

Петров В. В., Стругач М. Б. Бентос некоторых озер и водохранилищ Мурманской области // Рыбы Мурманской области. Мурманск, 1966. С. 95–104.

Петровская М. В. Характеристика зоопланктона озер Мурманской области // Рыбы Мурманской области. Мурманск, 1966. С. 84–94.

Трифонов И. С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 184 с.

Яковлев В. А. Оценка качества поверхностных вод Кольского Севера по гидробиологическим показателям и данным биотестирования (практические рекомендации). Апатиты, 1988. 25 с.

Heinonen P. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters // Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja. 1980. P. 1–91.

Hirn E. K. Die Finnlandischen Zygnemaceen // Acta Soc. fauna et flora fenn. 1895. Vol. 11, N 10. P. 1–15.

Holmgren S. K. Phytoplankton biomass and algal composition in natural, fertilized and polluted subarctic lakes // Acta Univ. Upsal. Uppsala Diss. Fac. Sci. 1983. N 674. P. 1–16.

Kalff J. Phytoplankton dynamics in an Arctic lake // J. Fish. Res. Bd Can. 1967. Vol. 24. P. 1867–1871.

Kelly M. G., Whitton B. A. The trophic Diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J. of Applied Phycology. 1995. Vol. 7. P. 433–444.

Levander K. Zur Kenntniss des Planktons einiger Binnenseen in Ruisch-Lapland // Festschrift f. Palmrn. 1905. Bd 1, N 11. P. 1–40.

Lund J. W. G. Phytoplankton from some lakes in northern Saskatchewan and from Great Slave Lake // Canad. J. Bot. 1962. Vol. 40. P. 1500–1514.

Moore J. W. Distribution and abundance of phytoplankton in 153 lakes, rivers and pools in the Northwest Territories // Can. J. Bot. 1978. Vol. 58, N 15. P. 1766–1773.

Sladeczek V. Diatom as indicators of organic pollution. Acta. Hydrochim. Hydrobiol. 1986. Vol. 14. P. 555–566.

Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. 1973. Vol. 7. P. 1–128.

Woodiviss F. S. The biological system of stream classification used by the Trent River Board. Chemistry and Industry. 1964. Vol. 11. P. 443–447.

Willen E. Metodik vid vaxtplanktonundersokningar // Naturvardsverkets limnologiska undersokning. 1974. B 76. S. 1–45.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Шаров Андрей Николаевич

к. б. н.
Институт водных проблем РАН,
ул. Губкина, 3, Москва, 119333, Россия
эл. почта: Sharov_AN@mail.ru
тел.: (499) 1351504

Рябинкин Александр Валентинович

старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН,
пр. Ал. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
эл. почта: Ryabinkin@nwpi.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576520

Комулайнен Сергей Федорович

ведущий научный сотрудник, д. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: Komsf@mail.ru
тел.: (8142) 769810

Sharov, Andrey

Water Problems Institute, Russian Academy of Science
3 Gubkin St., 119333 Moscow, Russia
e-mail: Sharov_AN@mail.ru
tel.: (499) 1351504

Ryabinkin, Alexandr

Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
50 Al. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Ryabinkin@nwpi.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576520

Komulainen, Sergey

Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: Komsf@mail.ru
tel.: (8142) 769810