

СОСТОЯНИЕ БЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ*

РЕШЕТНЯК О.С.

ФГБУ «ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ», г. РОСТОВ-НА-ДОНУ, РОССИЯ
Институт наук о Земле Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону

Важной в функциональном отношении частью биотической компоненты водных экосистем являются бентосные сообщества, которые участвуют в процессах трансформации веществ с использованием энергии, поступающей извне. Высокая стабильность отдельных их видов, формирование сложных многокомпонентных систем, приуроченность к определенным субстратам и относительная малоподвижность, в сравнении с быстро распространяющимися загрязняющими веществами, обеспечивают информативную значимость бентосных сообществ при идентификации последствия антропогенного воздействия на речную экосистему (Никаноров и др., 2009; 2012). Биоценозы речных экосистем арктической зоны России функционируют в экстремальных природно-климатических условиях: суровый климат, низкие температуры, короткий теплый период, длительный период покрытый льдом и, соответственно, короткий вегетационный период, высокий уровень ультрафиолетовой радиации, низкое содержание биогенных веществ в воде. В таких условиях для экосистем характерна низкая продуктивность и упрощенная видовая структура биоценозов, что формирует короткие пищевые цепи с доминированием одного или нескольких видов или групп гидробионтов (Фролова и др., 2013).

Арктические экосистемы, с одной стороны, ограничены сравнительно узким ареалом и за длительный период адаптировались к специфическим экстремальным условиям, а с другой, являются наиболее чувствительными и уязвимыми экосистемами, на которые влияние климатических вариаций является неоднозначным. Именно поэтому необходимы регулярные наблюдения за состоянием гидробиоценозов речных экосистем арктического региона России.

Цель данного исследования – оценить многолетнюю изменчивость состояния бентосных сообществ на устьевых участках рек Европейской части арктической зоны России в условиях климатических изменений. В работе использованы ранее полученные данные и проанализирована новая информация о состоянии бентосных сообществ рек Патсо-Йоки, Кола, Териберка, Колос-Йоки и Печенга за период с 2010 по 2018 гг. для оценки влияния на их состояние климатических изменений.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-60165.

Результаты анализа многолетних данных о пространственно-временной изменчивости структуры и уровня развития бентосных сообществ показали заметные различия в речных экосистемах арктической зоны России, испытывающих разную антропогенную нагрузку. Характерными особенностями отклика бентофауны на повышение уровня загрязненности водной среды для исследуемых участков рек является расширение диапазона колебания общей численности с тенденцией увеличения минимальных и максимальных значений в модальном интервале и уменьшение видового разнообразия бентофауны за счет выхода на доминирующее положение группы олигохет (Никаноров и др., 2009; 2012).

Общий диапазон колебания численности сообщества в изучаемых реках изменялся от 0,46-3,10 тыс.экз/м² в р. Лотта до 0,13-605,0 тыс.экз/м² в р. Колос-йоки (устье). Периодическое повышение максимальных значений численности сообщества вызвано усилением развития группы олигохет, реже хирономид. Уменьшение группового и видового разнообразия и выход на доминирующее положение группы олигохет в отдельные периоды свидетельствует о снижении качества водной среды. В отдельные годы качество воды исследуемых рек по относительной численности олигохет (53-99 %) соответствует категории «грязные» и «очень грязные» воды.

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ОТДЕЛЬНЫХ РЕК КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

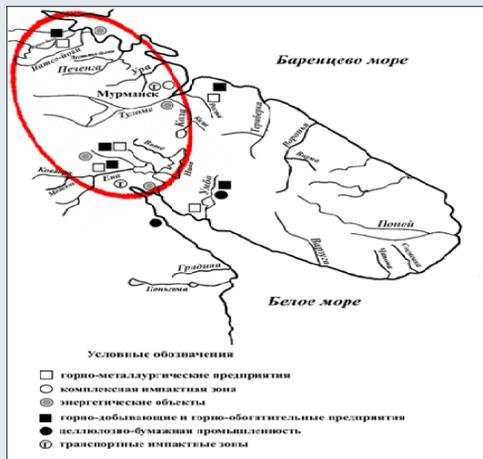


РИСУНОК 1. ВИДЫ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ ВЫСОКУЮ АНТРОПОГЕННУЮ НАГРУЗКУ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДУЕМОГО РЕГИОНА

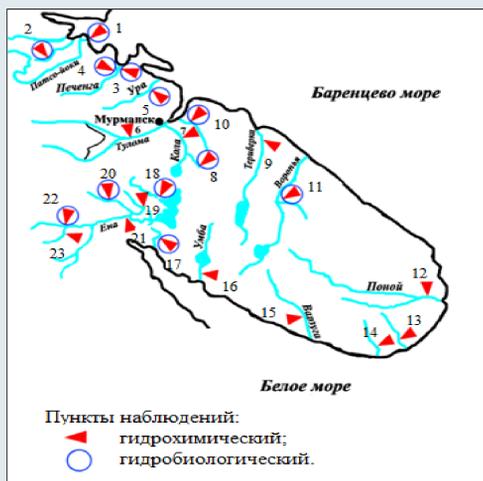


РИСУНОК 2. ПУНКТЫ РЕЖИМНЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ГСН НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

1. р.Патсо-йоки – Борисоглебская ГЭС; 2. р. Колос-йоки – пгт. Никель; 3. р. Печенга – ст. Печенга; 4. р. Луотти-йоки – 0,5 км выше устья; 5. р. Ура – с. Ура-губа; 6. р. Тулома – пор. Томкиш; 7. р. Кола – г. Кола; 8. р. Кица – 2,2 км выше устья; 9. р. Териберка – с. Териберка; 10. р. Росга – г. Мурманск; 11. р. Вирма – с. Ловозеро; 12. р. Поной – п. Краснощелье; 13. р. Сосновка – с. Сосновка; 14. р. Чапома – с. Чапома; 15. р. Варзуга – с. Варзуга; 16. р. Умба – порт Паялка; 17. р. Нива – г. Кандалакша; 18. р. Вигте – 0,5 км выше устья; 19. р. Белая – 1,0 км выше устья; 20. р. Ниодуй – 0,5 км выше устья; 21. р. Ена – устье; 22. р. Кошора – 7,0 км ниже впадения р.Можель; 23. р. Можель – 0,25 км выше устья

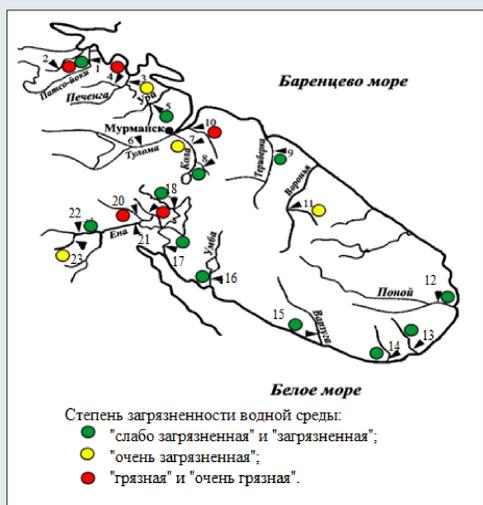


РИСУНОК 3. СТЕПЕНЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ ИССЛЕДУЕМЫХ РЕК КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Видовое разнообразие бентоса низкое практически на всех участках рек исследуемой части арктической зоны. В последние годы (2010-2018 гг.) число видов варьировало в пробах донных отложений, отобранных на участках р. Кола от 4 до 9, р. Териберка – от 3 до 8, р. Колос-йоки – от 3 до 6, р. Печенга – от 4 до 10. Количественные характеристики уровня развития бентоса (численность и биомасса) находятся в пределах среднедолгосрочных изменений. Доминирующий комплекс представлен хирономидами и олигохетами (Ежегодники состояния..., 2015-2019).

Наибольшее обилие видов характерно для р. Патсо-йоки до 21 вида из 5 таксономических групп бентосных организмов. Доминируют на обследованных участках преимущественно комары-звонцы и мошки, достигая 76% общей биомассы, доля олигохет не превышает 24% от общей численности донных организмов. Суровые условия существования, промерзание подстилающих пород и короткий вегетационный сезон не позволяют развиваться полноценным многовидовым сообществам зообентоса.

В основном донная фауна р. Патсо-йоки представлена на 3/4 короткоцикловыми мерогидробионтами (личинки комаров и мошек) и лишь на 1/4 перманентно обитающими гидробионтами. Такая бедность бентических сообществ связана не с антропогенным воздействием, а определяется суровыми климатическими условиями данного региона (Ежегодники состояния..., 2015-2019). Динамика среднегодовых значений биотического индекса (БИ) для рек Патсо-йоки, Кола, Териберка, Колос-йоки и Печенга за период 2010-2018 гг. представлена в таблице.

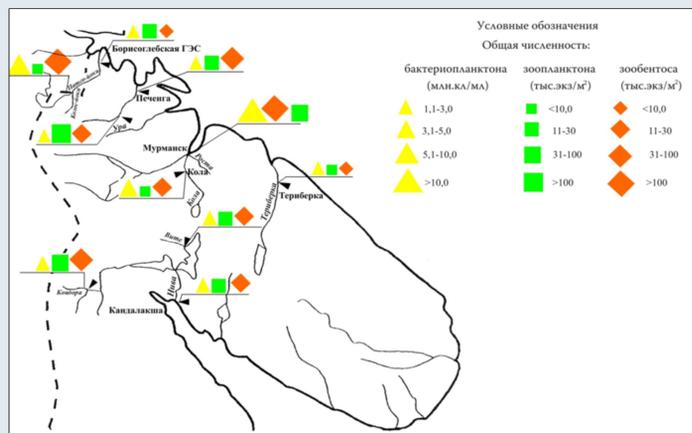


РИСУНОК 4. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ СООБЩЕСТВ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Неоднородность уровня развития бентосной фауны речных экосистем европейской части Арктической зоны и, соответственно, нестабильное состояние сообщества подтверждается высокой межгодовой изменчивостью численности.



Список литературы
Ежегодники состояния экосистем поверхностных вод России (по гидробиологическим показателям) за 2014-2018 гг. / Под научной редакцией профессора, д.б.н. В.М. Хромова. М.: ИГКЭ, 2015-2019.
Никаноров А.М., Соколова Л.П., Косменко Л.С., Решетняк О.С. 2009. Оценка состояния гидробиоценоза на участках водных объектов Кольского Севера с высокой степенью загрязненности воды соединениями меди и никеля. – Метеорология и гидрология, № 11, с. 69-80.
Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Решетняк О.С. 2012. Реки России в условиях чрезвычайных экологических ситуаций. – Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 310 с.
Сайт Гидрометцентра России. Основные погодные-климатические особенности 2013 года в северном полушарии Земли. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://old.meteoinfo.ru/climate/climat-tabl3/-2013-/8518-2013>, свободный. – яз. рус. Дата обращения, 23.12.2019 г.
Фролова Л.А., Назарова Л.Б., Пестрякова Л.А., Херцшух У. 2013. Анализ влияния климат-зависимых факторов на формирование зоопланктонных сообществ арктических озер бассейна реки Анабар. – Сибирский экологический журнал, 1, с. 3-15.

Таблица – Биотический индекс (БИ) и качество воды по показателям развития макрозообентоса в речных экосистемах европейской части арктической зоны России

Год	Показатели	Устьевые участки рек				
		Патсо-йоки	Кола	Териберка	Колос-йоки	Печенга
2010	БИ	2,7	3,7	2,3	2,2	2
	ККВ**	III	III	III	IV	IV
2011	БИ	2,7	3,5	2,3	2,2	3
	ККВ	III	III	III	IV	III
2012	БИ	2,6	3,5	4	1,5	3,5
	ККВ	III	III	III	IV	III
2013	БИ	6,5	7,5	6	6,3	6,5
	ККВ	I-II	I-II	II	II	I-II
2014	БИ	2	3	2	2	2
	ККВ	IV	III	IV	IV	IV
2015	БИ	3	2,3	2,2	2,3	3
	ККВ	III	IV	IV	IV	III
2016	БИ	3,5	4	3	3	2,8
	ККВ	III	III	III	III	III
2017	БИ/ККВ	–*	–	–	–	–
	БИ	2	–	–	2,3	1,5
2018	БИ	2	–	–	2,3	1,5
	ККВ	IV	–	–	IV	IV

Примечание: *прочерк – в 2017 году пробы донных отложений не отбирались, **ККВ – класс качества воды, цветное обозначение ККВ по БИ:

IV	БИ = 7-10 – I – условно чистая
III	БИ = 5-6 – II – слабо загрязненная
II	БИ = 3-4 – III – загрязненная
I	БИ = 2 – IV – грязная
V	БИ = 0-1 – V – экстремально грязная

За исключением 2013 года качество воды по состоянию донных сообществ экосистемы соответствовало III и IV класса и характеризовалось степенью загрязненности «загрязненная» и «грязная». Резкое улучшение состояния бентосных сообществ в 2013 г. до состояния «условно чистых» и «слабо загрязненных» вод на достаточно обширной территории европейской части арктической зоны возможно было связано с аномально теплой зимой. В целом в 2013 г. на всей территории России среднегодовая температура воздуха оказалась выше нормы на 1,6°. Заметно теплее нормы (на 2° и более) оказалось в среднем за год на севере европейской территории: в Карелии и Мурманской области (Сайт Гидрометцентра России).

Таким образом, экологическое состояние речных экосистем и уровень развития биоценозов рек европейской части арктической зоны России находится под влиянием антропогенных факторов и суровых природно-климатических условий (широкого распространения мерзлых пород, низкого потенциала самоочищения природных вод) и поэтому характеризуется невысоким биоразнообразием и высокой уязвимостью речных экосистем к изменениям климата и влиянию антропогенных факторов. Антропогенная трансформация речных экосистем проявляется как в биотической, так и в биотической компонентах экосистем, что способствует формированию «антропогенно измененного» их состояния и при сохранении таких тенденций может привести к возникновению чрезвычайных экологических ситуаций. Одним из последствий этого общего для региона процесса стали заметные качественные и количественные изменения структурной организации сообществ водных организмов в сторону усиления экологического регресса.