

## РЕЗУЛЬТАТЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЕВЕРНАЯ ДВИНА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ОЦЕНКЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ

А. М. Торцев

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения РАН (Архангельск, Российская Федерация)

И. И. Студёнов

Северный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (Архангельск, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 30 октября 2022 г.

Рыбохозяйственный мониторинг является одной из мер для разработки рекомендаций по сохранению водных биологических ресурсов. Цель исследования — представление и анализ результатов рыбохозяйственного мониторинга водной экосистемы Северной Двины на одном из участков устьевой области и практическое использование полученных данных. Впервые на данном участке реки проведены наблюдения за численностью и биомассой фитопланктона и зоопланктона с ежемесячным отбором проб в течение года. Установлено, что среднее значение показателей биомассы фитопланктона и зоопланктона в период ледостава почти в пять раз ниже, чем в период открытой воды. Продукционный коэффициент в климатических условиях Арктики в течение полугода равен нулю. Рыбохозяйственный мониторинг позволяет получить репрезентативные данные о фактической величине состояния биоты и оценить воздействие на водную экосистему с учетом сезонных изменений основных показателей фито- и зоопланктона.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственный мониторинг, река Северная Двина, фитопланктон, зоопланктон, оценка негативного воздействия.

### Введение

Социально-экономическое развитие государства и сохранение окружающей среды должны быть взаимосвязаны, поскольку окружающая среда, экономика страны, здоровье человека, социальное и экологическое благополучие населения находятся в неразрывном единстве. На природу постоянно оказывается негативное антропогенное воздействие, которое приводит к изменениям компонентов природной среды, трансформации экосистем, ухудшению качества и истощению природных ресурсов, в том числе водных биологических ресурсов (далее — водных биоресурсов) [1]. Как показывает практика, производство различных работ на рыбохозяйственных водоемах, как правило, ока-

зывает многофакторное негативное воздействие на их биоценозы. Оно проявляется как в виде прямого воздействия (гибель рыб в насосах водозаборов, земснарядов, гидромониторов), при поступлении в водные объекты летальных концентраций загрязняющих веществ, при взрывных работах, так и в виде воздействия косвенного — при утрате нерестовых, нагульных, зимовальных участков, ухудшении условий обитания водных биоресурсов, трансформации кормовой базы рыб (потеря продукции фитопланктона, зоопланктона и бентоса) [2; 3].

Проблема оценки экологических последствий непростая, поскольку еще недостаточно изучены количественные отношения и связи водной фауны с техногенными факторами в меняющейся обстановке. Сложность и неполная предсказуемость

природных процессов, несовершенство методологии вынуждают опираться преимущественно на метод экспертных оценок [4]. Отсюда неизбежно вытекает приближенный характер результатов выполненных расчетов. Рыбохозяйственный мониторинг — одно из средств реальной оценки негативного воздействия на водные биоресурсы и среду их обитания. Этот вид мониторинга является составной частью производственного экологического мониторинга и направлен на получение фактических данных о воздействии хозяйственной деятельности на водные биоресурсы и среду их обитания. Среди направлений рыбохозяйственного мониторинга нужно отметить круглогодичное наблюдение за сукцессионными процессами в водной экосистеме, а также получение данных о биомассе и продукции планктонных организмов, являющихся кормовой базой для рыб. Особенно актуальным рыбохозяйственный мониторинг становится для крупных водоемких производств, включая целлюлозно-бумажное. С одной стороны, хозяйствующий субъект исполняет требование природоохранного законодательства о необходимости наблюдения за воздействием на водную экосистему, с другой — предприятие получает репрезентативные данные о состоянии водной биоты и оценку фактического воздействия на ее состояние [5].

Таким образом, целью исследования является представление и анализ результатов рыбохозяйственного мониторинга водной экосистемы устьевой области Северной Двины и практическое использование данных.

Северная Двина, крупнейшая река бассейна Белого моря, протекает по северному склону Русской равнины и достигает длины 774 км, а площадь ее бассейна составляет 357 тыс. км<sup>2</sup>. Северная Двина образуется путем слияния рек Сухона и Юг [6]. Далее она течет на север, и возле Котласа в нее впадает крупнейший приток Вычегда. Устьевая область Северной Двины начинается ниже впадения Пинеги, где река разбивается на протоки с многочисленными островами. В районе Архангельска и Северодвинска Северная Двина образует обширную дельту площадью около 900 км<sup>2</sup>, состоящую из более 150 протоков, и впадает в Двинскую губу Белого моря [7; 8]. Устьевая часть реки подвержена приливно-отливной деятельности, приливные явления отмечаются вплоть до впадения Пинеги (137 км от устья). Высота приливов достигает 1 м. Средний годовой сток Северной Двины в Белое море — около 110 км<sup>3</sup>. Река имеет преимущественно снеговое питание (50—60%). Остальное питание обеспечивается за счет летних и главным образом осенних дождей, а также грунтовых вод. Годовой ход температуры воды в целом более плавный и с некоторым отставанием повторяет изменения температуры воздуха. Среднемесячные значения температуры воды в мае составляют порядка 5—13°C в верхнем течении и 2—8°C в устьевой области. В июле темпе-

ратуры составляют в среднем 18—23°C. При этом Северная Двина характеризуется относительно устойчивой температурой воды, несколько снижающейся к устью (на 0,5—1°C, весной — на 2—3°C) [9; 10].

## Материалы

В исследовании представлены результаты рыбохозяйственного мониторинга, проведенного в 2020—2021 гг. в районе водозаборных сооружений крупного целлюлозно-бумажного предприятия, размещенного на берегу Северной Двины. Отбор проб осуществлялся ежемесячно на двух мониторинговых станциях (рис. 1). Сбор и обработка проб фитопланктона и зоопланктона выполнены согласно стандартным методикам [11—13]. Пробы фитопланктона отбирались с поверхностного горизонта в объеме 1 л воды с последующей фиксацией 40%-ным формалином. После отстаивания пробы концентрировались до 1—2 мл. Обработка отобранного материала проводилась камерально путем визуализации с использованием лабораторного микроскопа «БиОптик С-300». Расчет биомассы производился с помощью таблиц размеров и индивидуальных масс фитопланктона. Видовой состав фитопланктона определялся с использованием определителей микроводорослей [14—16]. Пробы зоопланктона отбирались с использованием сети Апштейна, предназначенной для сбора мелких планктонных организмов. При отборе проб содержимое стакана помещалось в емкость для фиксации и фиксировалось 4%-ным раствором формалина. Пробы зоопланктона обрабатывались в камеральных условиях стандартными методами в камере Богорова под стереомикроскопом, определялись видовой состав и биомасса организмов [17; 18].

Наносимый водным биоресурсам вред в результате использования водных ресурсов реки оценивался с использованием методического инструментария, принятого Росрыболовством (далее — Методика)<sup>1</sup>. Применялись формулы, предназначенные для определения потерь водных биоресурсов от гибели фитопланктона при использовании водных ресурсов водного объекта (п. 24 Методики), а также от гибели кормовых организмов зоопланктона (п. 26 Методики).

<sup>1</sup> Приказ Федерального агентства по рыболовству «Об утверждении Методики определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния» от 6 мая 2020 г. № 238. — URL: <http://base.garant.ru>.

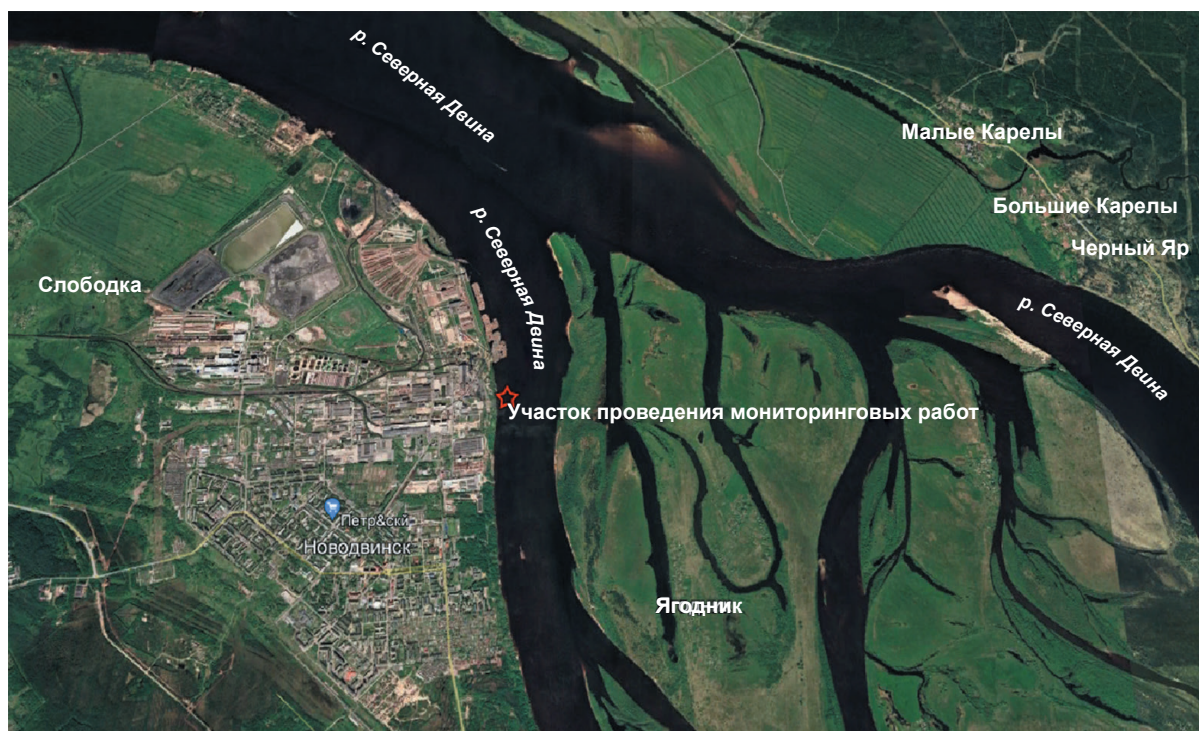


Рис. 1. Место проведения рыбохозяйственного мониторинга на реке Северная Двина. Подготовлено авторами с использованием программы Google Earth Pro

Fig. 1. Location of fishery monitoring on the Northern Dvina River. Prepared by the authors using Google Earth Pro

Кроме того, проведен анализ научных публикаций по рыбохозяйственному мониторингу с применением инструментов поиска на сайте научной электронной библиотеки elibrary.ru. Данные обрабатывались с использованием программы MS Excel.

### Результаты и обсуждение

В период исследований всего было обнаружено 216 видов представителей фитопланктонного сообщества, относящихся к 8 отделам: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Xanthophyta, Euglenophyta. Преобладали пресноводные планктонные космополиты фитопланктона, что характерно для большинства водотоков Арктической зоны. Наибольший вклад в видовое богатство приносили представители диатомовых, зеленых и сине-зеленых водорослей. Численность фитопланктона изменялась в широком диапазоне от 1,73 млн кл./м<sup>3</sup> в феврале до 274,16 млн кл./м<sup>3</sup> в июле. Уровень развития фитопланктона в период наблюдений соответствовал стадиям сукцессионного цикла развития фитопланктонных сообществ: весенней, летней, осенней и зимней. Фитопланктонные сообщества активно развивались в летний период, когда световой день длителен и водные массы хорошо прогревались. Температура воды летом 2021 г. изменялась от 20,1°C в июне до 18,2°C в августе. В летний период биомасса фитопланктона достигла своего пика в июле и составила 0,592 г/м<sup>3</sup> (табл. 1).

Из-за продолжительного периода высоких температур, отмечавшегося в год проведения мониторинга с июня до сентября, вспышка развития микроводорослей привела к увеличению показателя биомассы фитопланктона в сентябре. Рост биомассы планктона в марте и ноябре мог быть обусловлен поступлением теплых сточных вод недалеко от места мониторинговых работ и их распределением по акватории реки в условиях приливно-отливных течений. Изменение показателей биомассы фитопланктона и его продукции, включая отдельные пики, привело к варьированию потерь водных биоресурсов от 0,1 до 55 кг на 1 млн м<sup>3</sup> использованных водных ресурсов (см. табл. 1). Максимальный размер потерь водных биоресурсов отмечен в летний период.

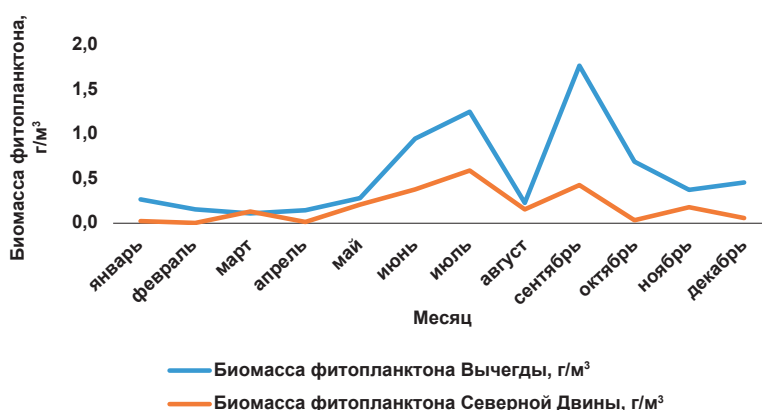
Сравнительный анализ результатов мониторинга не противоречит ранее проведенным в период открытой воды исследованиям фитопланктонных сообществ. М. И. Змётная и Ю. В. Новикова в своем исследовании фитопланктона Северной Двины [19] показали схожую динамику изменения биомассы планктона, которая достигала пика в июле, затем резко снижалась и вновь увеличивалась в сентябре. При этом варьирование значений биомассы имело более широкие границы — от 0,007 до 1,109 г/м<sup>3</sup>. Исследование Е. В. Медведевой и И. Ю. Македонской также показало сходные показатели видового разнообразия фитопланктонных сообществ и их доминантные отделы (Bacillariophyta, Chlorophyta,

**Таблица 1. Биомасса фитопланктона, продукционный коэффициент и потери кормовой базы водных биоресурсов при использовании водных ресурсов Северной Двины, январь-декабрь 2021 г.**

Месяц	Биомасса фитопланктона, г/м <sup>3</sup>	Продукционный коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в их продукцию	Потери водных биоресурсов на 1 млн м <sup>3</sup> использованных водных ресурсов, кг
Январь	0,02623	0,00	0,8761
Февраль	0,00315	0,00	0,1052
Март	0,13189	0,00	4,4051
Апрель	0,01563	0,00	0,5220
Май	0,20878	1,84	19,8040
Июнь	0,38072	1,77	35,2235
Июль	0,59180	1,79	55,1475
Август	0,15535	1,72	14,1132
Сентябрь	0,42935	1,85	40,8698
Октябрь	0,03299	1,93	3,2285
Ноябрь	0,17910	0,00	5,9819
Декабрь	0,05930	0,00	1,9806

Суанophyta и др.) [20]. Кроме того, проведенный в нижнем течении Вычегды в 2018—2019 гг. рыбохозяйственный мониторинг аналогичного характера [5] продемонстрировал более высокие значения биомассы фитопланктона, но сукцессионные изменения фитопланктонных сообществ имели сходную динамику (рис. 2). В исследовании Ю. В. Новиковой и др. [21] было установлено, что продукционный коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в их продукцию варьировал от 2,2 в мае до 1,9 в октябре, что практически идентично полученным нами данным.

Видовой состав зоопланктона был представлен 19 таксонами: Cladocera — 13 видов, Copepoda — 5 видов, Rotatoria — 1 вид. Максимальное число идентифицированных видов отмечено в июле (14 видов). Следует отметить также относительно высокие показатели видового разнообразия в ноябре-декабре 2020 г. — по 8 видов в каждый месяц. Минимальное видовое разнообразие зафиксировано



**Рис. 2. Сравнительный анализ результатов исследований биомассы фитопланктонных сообществ Вычегды (2018–2019 гг.) и Северной Двины (2020–2021 гг.). Подготовлено авторами**

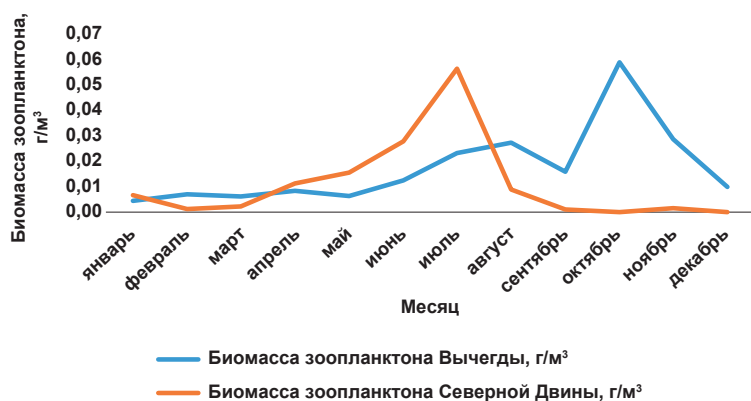
**Fig. 2. Comparative analysis of the results of research on the biomass of phytoplankton communities in the Vychegda River (2018–2019) and the Northern Dvina River (2020–2021). Prepared by the authors**

в сентябре — 1 вид, в декабре наблюдалось завершение вегетационного периода, и зоопланктонные организмы обнаружены не были. На протяжении всего периода исследований как по численности, так и по биомассе чаще всего доминировали представители Cladocera. Максимальная численность зоопланктона составила 2440 экз./м<sup>3</sup> (июль), а минимальная — в период с сентября по декабрь. В табл. 2 представлены результаты мониторинга зоопланктонных сообществ устьевой области Северной Двины. Помесячное изменение показателей биомассы зоопланктона наглядно показывает минимальные значения в период с сентября по март, что обусловлено низкой



**Таблица 2. Биомасса зоопланктонных сообществ и потери кормовой базы водных биоресурсов при использовании водных ресурсов Северной Двины, январь-декабрь 2021 г.**

Месяц	Биомасса зоопланктона, г/м <sup>3</sup>	Потери водных биоресурсов на 1 млн м <sup>3</sup> использованных водных ресурсов, кг
Январь	0,00669	0,7359
Февраль	0,00117	0,1287
Март	0,00225	0,2475
Апрель	0,01120	1,2320
Май	0,01562	1,7182
Июнь	0,02780	3,0580
Июль	0,05640	6,2040
Август	0,00896	0,9856
Сентябрь	0,00112	0,1232
Октябрь	0,00000	0,0000
Ноябрь	0,00148	0,1628
Декабрь	0,00000	0,0000



**Рис. 3. Сравнительный анализ результатов исследований биомассы зоопланктонных сообществ Вычегды (2018–2019 гг.) и Северной Двины (2020–2021 гг.).** Подготовлено авторами

**Fig. 3. Comparative analysis of the results of studies of the biomass of zooplankton communities in the Vychegda River (2018–2019) and the Northern Dvina River (2020–2021).** Prepared by the authors

температурой воды (до 0,5°C в феврале) и сокращением светового дня. С весенним увеличением светового дня и потеплением воды (до 11,5°C в мае) биомасса зоопланктона показывает рост, видовое разнообразие также увеличивается. В июле биомасса зоопланктона достигает пика. В этом месяце температура воды составляет 23,7°C. В дальнейшем происходит снижение биомассы планктонных организмов, что обусловлено сокращением светового дня и уменьшением температуры (до 0,9°C в ноябре). Однако, в отличие от нескольких пиков развития фитопланктонных сообществ, динамика изменений биомассы зоопланктона имеет более сглаженный вид. Динамика показателей биомассы зоопланктона неизбежно приводит к синхронно-

му изменению размера наносимого водным биоресурсам вреда, что показано в табл. 2. Так, минимальное значение наносимого вреда было в октябре (0 кг), а максимальное — в июле (6 кг).

Полученные результаты рыбохозяйственного мониторинга не противоречат другим исследованиям. Так, Н. Г. Отченаш в своем исследовании [22] показала аналогичные данные по биомассе зоопланктонных сообществ в дельте Северной Двины, но с большим пределом варьирования — от 0,0344 до 0,67353 г/м<sup>3</sup>, что обусловлено отличиями в периоде проведения работ. Исследования Е. Н. Имант [23] и А. П. Новоселова [24] с соавторами выявили подобные доминирующие таксономические группы зоопланктона Cladocera и Copepoda, а также близкие показатели по биомассе, равные 0,03567 г/м<sup>3</sup>.

В то же время данные проведенного в нижнем течении Вычегды в 2018–2019 гг. мониторинга [5] показали отличающуюся динамику изменений биомассы гидробионтов (рис. 3). С декабря по июнь были сходные изменения показателей. Снижение биомас-

сы зоопланктона на Вычегде происходит позже, что обусловлено более длительным вегетационным периодом, поскольку между точками наблюдений практически 500 км в широтном направлении. Высокие показатели биомассы зоопланктона в октябре на Вычегде являлись следствием сентябрьской вспышки численности и биомассы фитопланктона, вызванной теплой осенью.

Сравнительный анализ результатов проведенного мониторинга и литературных данных демонстрирует разницу при применении их для оценки вреда, наносимого водным биоресурсам (рис. 4). Использование литературных данных приводит к применению одного среднего значения показателя биомассы и продукционного коэффициента на протяжении всего года. При этом отметим, что сбор данных о развитии планктонных сообществ и их продукции традиционно происходит в период открытой воды (без ледостава) и не затрагивает период с октября по апрель. Проведение рыбохозяйственного мониторинга и получение ежемесячных данных о биомассе планктонных организмов, а также их продукции позволяют использовать в расчетах уже фактические значения. Так, использование фактических значений приводит к увеличению размера вреда, наносимого водным биоресурсам в течение трех месяцев (июнь-июль, сентябрь). Однако применение в расчетах данных за остальные месяцы демонстрирует значительное снижение потерь водных биоресурсов. Это обусловлено завершением осенью вегетационного периода и сокращением видового разнообразия планктонных сообществ. Зимняя продукция планктонных сообществ практически отсутствует, и только весной начинается новый вегетационный период, когда увеличиваются показатели биомассы гидробионтов и их продукционные показатели.

Результаты рыбохозяйственного мониторинга не только показывают фактически нанесенный вред окружающей среде, но и сокращают расходы хозяйствующих субъектов на его возмещение. Так, в рассматриваемом случае снижение издержек составило 30%, или 187 тыс. руб. на каждый миллион кубометров водных ресурсов, изъятый из реки. В связи с высоким водопотреблением на производственные нужды расходы на рыбохозяйственный мониторинг в течение года составляют меньшую сумму, чем месячное снижение издержек. Это демонстрирует очевидные выгоды его проведения для крупных водопользователей. Похожая ситуация сложилась согласно ранее проведенным исследованиям на Вычегде [5].

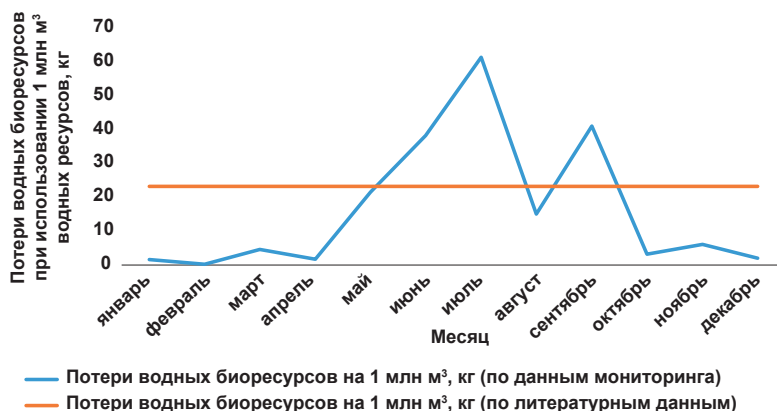


Рис. 4. Потери водных биоресурсов при использовании 1 млн м³ водных ресурсов Северной Двины. Сравнение литературных данных и результатов рыбохозяйственного мониторинга, кг. Подготовлено авторами  
Fig. 4. Losses of aquatic biological resources when using 1 million cubic meters of water resources of the Northern Dvina River. Comparison of literary data and results of fishery monitoring, kg. Prepared by the authors

## Заклучение

Результаты исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Среднее значение показателей биомассы фитопланктона и зоопланктона в период ледостава почти в пять раз ниже, чем в период открытой воды. Продукционный коэффициент перевода биомассы водных кормовых организмов в их продукцию в климатических условиях Арктики в течение полугода равен нулю. Это обусловлено наличием ледового покрова, снижением длительности светового дня и низкими температурами воды.

2. Использование при оценке наносимого водным биоресурсам вреда литературных данных, полученных только за вегетационный период, приводит к некорректному завышению величины вреда и увеличивает издержки хозяйствующих субъектов на его возмещение.

3. Проведение рыбохозяйственного мониторинга позволяет выполнить требования законодательства и получить репрезентативные данные о фактической величине воздействия на водные биоресурсы.

4. Расходы хозяйствующих субъектов на рыбохозяйственный мониторинг значительно ниже стоимости возмещения наносимого водным биоресурсам и среде их обитания вреда на основании литературных данных. Кроме того, наличие сведений о фоновом состоянии водной экосистемы позволит произвести корректную оценку негативного воздействия на компоненты окружающей среды в случае различного рода техногенных аварий.

Подводя итог, считаем целесообразным рекомендовать проведение организациями-природопользователями рыбохозяйственного мониторинга, направленного на получение актуальных данных о состоянии водной экосистемы. Это является не только исполнением мер, направленных на сохранение окружающей среды, но и показывает экологиче-

скую ответственность бизнеса, который использует природные ресурсы Арктики.

Выражаем благодарность сотрудникам лаборатории биоресурсов внутренних вод Северного филиала ФГБНУ «ВНИРО» и АО «Архангельский ЦБК» за помощь в проведении исследования.

## Литература

1. Торцев А. М., Студёнов И. И., Белоусов А. Н. Сравнительный анализ отечественных подходов к возмещению вреда, наносимого водным биоресурсам // Экон. и соц. перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2017. — Т. 10, № 5. — С. 184—196. — DOI: 10.15838/esc.2017.5.53.13.
2. Логинов В. В., Клевакин А. А., Моисеев А. В. Определение вреда водным биологическим ресурсам на водозаборных сооружениях технического водоснабжения Нижегородской ГЭС // Вод. хоз-во России: проблемы, технологии, управление. — 2016. — № 1. — С. 84—98.
3. Новосёлов А. П., Студёнов И. И. Факторы техногенного воздействия на бассейн реки Северной Двины // Вестн. Сев. (Аркт.) федер. ун-та. Сер. Естеств. науки. — 2014. — № 2. — С. 32—40.
4. Актуальные вопросы теории и практики возмещения вреда, причиняемого водным биоресурсам: Монография / Под общ. ред. А. Н. Белоусова. — М.: Эдитус, 2018. — 296 с.
5. Студёнов И. И., Торцев А. М. Практическая реализация мер по сохранению водных биоресурсов на целлюлозно-бумажном производстве: результаты и их применение // Экология и пром-сть России. — 2020. — № 24 (11). — С. 66—71. — DOI: 10.18412/1816-0395-2020-11-66-71.
6. Гидрологическая изученность. Ресурсы поверхностных вод СССР. Северный край. — Т. 3. — Л.: Гидрометеиздат, 1965. — 612 с.
7. Magritsky D., Mikhailov V., Korotaev V., Babich D. Changes in hydrological regime and morphology of river deltas in the Russian Arctic. Deltas: Landforms, Ecosystems and Human Activities Proceedings of HP1, IAHS-IAPSO-IASPEI Assembly. — 2013. — Vol. 358. — P. 67—79.
8. Демиденко Н. А. Современные особенности гидрологического режима устьевых областей рек бассейна Белого моря // Меняющийся климат и социально-экономический потенциал Российской Арктики. — М., 2016. — С. 95—145.
9. Двоеглазова К. С., Шелутко В. А., Горошкова Н. И. Оценка изменений термического режима рек бассейна Северной Двины // Четвертые Виноградовские чтения. Гидрология от познания к мировоззрению: Сборник докладов Международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова / С.-петерб. гос. ун-т. — СПб., 2020. — С. 606—610.
10. Мискевич И. Вл., Мискевич И. Вит. Гидролого-гидрохимическая характеристика пролива Железные ворота около острова Мудьюгский в Двинском заливе Белого моря. — Архангельск: Арханг. центр Рус. геогр. о-ва, 2017. — 56 с.
11. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Ред. В. А. Абакумов. — СПб.: Гидрометеиздат, 1992. — 318 с.
12. Яшинов В. А. Практикум по гидробиологии. — М., 1969. — 428 с.
13. Виноградов М. Е. Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. — М.: Наука, 1983. — 278 с.
14. Диатомовый анализ. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядки Centrales и Mediales. — Л.: Гос. изд-во геол. лит., 1949. — 446 с.
15. Диатомовый анализ. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядок Pennales. — Л.: Гос. изд-во геол. лит., 1950. — 630 с.
16. Попова Т. Г. Флора споровых растений СССР. — Т. 3: Эвгленовые водоросли. — Л., 1966. — 412 с.
17. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. — Т. 9: Зоопланктон/ Под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цололихина. — М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2010. — 495 с.
18. Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. — М.: Наука, 1964. — 327 с.
19. Змётная М. И., Новикова Ю. В. Современное состояние фитопланктонного сообщества и качество поверхностных вод дельты р. Северной Двины // Вестн. Сев. (Аркт.) федер. ун-та. Сер. Естественные науки. — 2015. — № 4. — С. 44—55.
20. Медведева Е. В., Македонская И. Ю. Биоразнообразие осеннего фитопланктона сообщества дельты реки Северная Двина в 2017—2019 гг. // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование: Материалы II Международной научно-практической конференции, 2020. — С. 355—359.
21. Новикова Ю. В., Змётная М. И., Студёнов И. И., Македонская И. Ю. Расчет Р/В коэффициента и характеристика количественных показателей фитопланктона для некоторых водных объектов таежной зоны Архангельской области // Вода: химия и экология. — 2018. — № 1—3 (114). — С. 49—54.
22. Отченаш Н. Г. Особенности весенних зоопланктонных сообществ эстуариев р. Северная Двина и р. Онега в 2019 г. // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование. Материалы II Международной научно-практической конференции, 2020. — С. 392—396.
23. Имант Е. Н., Новоселов А. П. Динамика состава зоопланктона нижнего течения реки Северная Двина и некоторые факторы, определяющие его численность // Экология. — 2021. — № 1. — С. 40—50.
24. Новоселов А. П., Имант Е. Н., Артемьев С. Н. и др. Современное состояние планктонных и бентосных сообществ устьевой области реки Северная Двина // Экология. — 2022. — Т. 60. — № 3. — С. 211—220.

### Информация об авторах

**Торцев Алексей Михайлович**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н. П. Лаверова Уральского отделения РАН (163020, Россия, Архангельск, Никольский просп., д. 20), e-mail: torzevalex@yandex.ru.

**Студёнов Игорь Иванович**, кандидат биологических наук, заместитель руководителя Северного филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (163002, Россия, Архангельск, ул. Урицкого, д. 17), e-mail: studenov@severniro.ru.

### Библиографическое описание данной статьи

Торцев А. М., Студёнов И. И. Результаты рыбохозяйственного мониторинга в низовьях реки Северная Двина и их применение при оценке негативного воздействия на водные биоресурсы // Арктика: экология и экономика. — 2023. — Т. 13, № 2. — С. 248—256. — DOI: 10.25283/2223-4594-2023-2-248-256.

---

## RESULTS OF FISHERY MONITORING IN THE LOWER REACHES OF THE NORTHERN DVINA RIVER AND THEIR APPLICATION IN ASSESSING THE NEGATIVE IMPACT ON AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES

Tortsev, A. A.

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Science (Arkhangelsk, Russian Federation)

Studenov, I. I.

North branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (Arkhangelsk, Russian Federation)

The article was received on October 30, 2022

### Abstract

One of the measures for the conservation of water biological resources is the conduct of environmental monitoring. Presentation and analysis of the results of environmental monitoring of the water ecosystem in the lower reaches of the Northern Dvina River and the practical use of the data is the aim of the research. The researchers have identified that the average value of the biomass of phytoplankton and zooplankton during the freeze-up period is almost 5 times lower than in the summer period. The production coefficient of conversion of the biomass of water food organisms into their products in the climatic conditions of the Arctic is zero for half a year. This is due to the presence of ice cover, reduced daylight hours and low water temperatures. Data from scientific publications, which show the results of research only for the growing season, cannot be used to assess harm. This leads to an incorrect assessment of the negative impact and increases the costs of enterprises. Environmental monitoring is a source of representative data about the actual magnitude of the impact on the aquatic ecosystem. The costs of economic entities for environmental monitoring are significantly lower than the cost of compensation for damage to aquatic biological resources based on incorrect data. The availability of data on the background state of the aquatic ecosystem will make it possible to make a correct assessment of the negative impact on the components of the environment in the event of various kinds of man-made accidents.

**Keywords:** fishery monitoring, Northern Dvina River, phytoplankton, zooplankton, negative impact assessment.

We express our gratitude to the staff of the Laboratory of Bioresources of Inland Waters of the Northern Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography and Arkhangelsk Pulp & Paper Mill for their help in conducting the research.

### References

1. Tortsev A. M., Studenov I. I., Belousov A. N. Comparative analysis of domestic approaches to compensation for damage caused to water bioresources. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2017, vol. 10 (5), pp. 184—196. DOI: 10.15838/esc.2017.5.53.13. (In Russian).
2. Loginov V. V., Klevakin A. A., Moiseev A. V. Determination of harm to aquatic biological resources at the water intake facilities of the technical water supply of the Nizhegorodskaya HPP. *Water management of Russia: problems, technologies, management*, 2016, vol. 1, pp. 84—98. (In Russian).
3. Novoselov A. P., Studenov I. I. Factors of technogenic impact on the Northern Dvina river basin. *Bull. of the Northern (Arctic) Federal University. Series Natural Sciences*, 2014, vol. 2, pp. 32—40. (In Russian).
4. Topical issues of the theory and practice of compensation for harm caused to aquatic biological resources. Moscow, Editus, 2018, 296 p. (In Russian).
5. Studenov I., Tortsev A. Practical implementation of measures to preserve aquatic biological resources in



the pulp and paper industry: results and their application. Ecology and Industry of Russia, 2020, vol. 24 (11), pp. 66—71. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-11-66-71. (In Russian).

6. Hydrological knowledge. Resources of surface waters of the USSR. Northern edge. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1965, vol. 3, 612 p. (In Russian).

7. Magritsky D., Mikhailov V., Korotaev V., Babich D. Changes in hydrological regime and morphology of river deltas in the Russian Arctic. Deltas: Landforms, Ecosystems and Human Activities Proceedings of HP1, IAHS-IAPSO-IASPEI Assembly, 2013, vol. 358, pp. 67—79.

8. Demidenko N. A. Modern features of the hydrological regime of the mouth areas of the rivers of the White Sea basin. Changing climate and socio-economic potential of the Russian Arctic. Moscow, 2016, pp. 95—145. (In Russian).

9. Dvoeglazova K. S., Shelutko V. A., Goroshkova N. I. Assessment of changes in the thermal regime of the rivers of the Northern Dvina basin. Fourth Vinogradov Readings. Hydrology from knowledge to worldview. Collection of reports of the international scientific conference in memory of the outstanding Russian scientist Yuri Borisovich Vinogradov. St. Petersburg State University. St. Petersburg, 2020, pp. 606—610. (In Russian).

10. Miskevich I. Vl., Miskevich I. Vit. Hydrological and hydrochemical characteristics of the Iron Gate Strait near Mudyugsky Island in the Dvina Bay of the White Sea. Arkhangelsk, Arkhangelsk Center of the Russian Geographical Society, 2017, 56 p. (In Russian).

11. Guidelines for hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems. St. Petersburg, Gidrometeoizdat, 1992, 318 p. (In Russian).

12. Yashnov V. A. Workshop on hydrobiology. Moscow, 1969, 428 p. (In Russian).

13. Vinogradov M. E. Modern methods for quantitative assessment of the distribution of marine plankton. Moscow, Nauka, 1983, 278 p. (In Russian).

14. Diatom analysis. Key to fossil and modern diatoms. Orders Centrales and Mediales. Leningrad, State publishing house of geological literature, 1949, 446 p. (In Russian).

15. Diatom analysis. Key to fossil and modern diatoms. Order Pennales. Leningrad, State publishing house of geological literature, 1950, 630 p. (In Russian).

16. Popova T. G. Flora of spore plants of the USSR. Vol. 3. Euglenoe algae. Leningrad, 1966, 412 p. (In Russian).

17. Key to zooplankton and zoobenthos in fresh waters of European Russia. Vol. 9. Zooplankton. Ed. by V. R. Alekseev, S. Ya. Tsalolikhin. Moscow, KMK, 2010, 495 p. (In Russian).

18. Manuylova E. F. Cladocera of the fauna of the USSR. Moscow, Nauka, 1964, 327 p. (In Russian).

19. Zmetnaya M. I., Novikova Yu. V. The current state of the phytoplankton community and the quality of the surface waters of the delta of the river Northern Dvina. Bull. of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Natural Sciences, 2015, vol. 4, pp. 44—55. (In Russian).

20. Medvedeva E. V., Makedonskaya I. Yu. Biodiversity of autumn phytoplankton in the community of the Northern Dvina river delta in 2017—2019. Biological diversity: study, conservation, restoration, rational use. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, 2020, pp. 355—359. (In Russian).

21. Novikova Yu. V., Zmetnaya M. I., Studenov I. I., Makedonskaya I. Yu. Calculation of P/B coefficient and characterization of quantitative indicators of phytoplankton for some water bodies of the taiga zone of the Arkhangelsk region. Water: chemistry and ecology, 2018, vol. 1—3 (114), pp. 49—54. (In Russian).

22. Otchenash N. G. Features of the spring zooplankton communities in estuaries of the Northern Dvina and Onega rivers in 2019. Biological diversity: study, conservation, restoration, rational use. Materials of the II International, scientific and practical conference, 2020, pp. 392—396. (In Russian).

23. Imant E. N., Novoselov A. P. Dynamics of the composition of zooplankton in the lower reaches of the Northern Dvina River and some factors determining its abundance. Ecology, 2021, vol. 1, pp. 40—50. (In Russian).

24. Novoselov A. P., Imant E. N., Artemiev S. N., Matveev N. Yu., Matveeva A. D. Current state of plankton and benthic communities in the mouth area of the Northern Dvina River. Ecology, 2022, vol. 60, iss. 3, pp. 211—220. (In Russian).

### Information about the authors

**Tortsev, Aleksey Mikhaylovich**, PhD of Biological Science, Senior Researcher, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the RAS (23, Nikolsky ave., Arkhangelsk, Russia, 163020), e-mail: torzevalex@yandex.ru.

**Studenov, Igor Ivanovich**, PhD of Biological Science, Deputy Head, North branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (17, Uritsky st., Arkhangelsk, Russia, 163002), e-mail: igor.studenov@severnirou.ru.

### Bibliographic description of the article

**Tortsev, A. A., Studenov, I. I.** Results of fishery monitoring in the lower reaches of the Northern Dvina River and their application in assessing the negative impact on aquatic biological resources. Arctic: Ecology and Economy, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 248—256. DOI: 10.25283/2223-4594-2023-2-248-256. (In Russian).

© Tortsev A. A., Studenov I. I., 2023