

Министерство природных ресурсов и охраны
окружающей среды Республики Беларусь
Белорусский государственный университет
Научно-исследовательская лаборатория гидроэкологии
Учебно-научный центр «Нарочанская биологическая станция
имени Г. Г. Винберга» БГУ
Государственное природоохранное учреждение
«Национальный парк «Нарочанский»

БЮЛЛЕТЕНЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕР НАРОЧЬ, МЯСТРО, БАТОРИНО (2013 год)

Под общей редакцией
доктора биологических наук
Т. М. Михеевой

МИНСК
БГУ
2014

УДК 551.481.1+577.472
ББК 26.22+28.082
Б98

Авторы:

Т. В. Жукова, Т. М. Михеева, Р. З. Ковалевская,
Е. В. Лукьянова, Л. В. Никитина, О. А. Макаревич, И. В. Савич,
О. В. Трифонов, Н. С. Шевцова, Е. В. Комаровская, В. И. Мельник,
А. И. Полищук, Л. Н. Журавович, О. В. Байдук, В. Ю. Агеева,
А. Н. Красовский, Л. Н. Турышев, А. Г. Светашев, В. Я. Венчиков,
В. Н. Денисенко, В. Л. Тавгин, А. Г. Аронов, Т. И. Аронова,
В. С. Люштык, С. А. Латушкин

Рекомендовано
советом биологического факультета
12 сентября 2013 г., протокол № 1

Рецензенты:

член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук В. П. Семенченко;
кандидат биологических наук, доцент Т. А. Макаревич

Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино (2013 год) /
Б98 Т. В. Жукова [и др.] ; под общ. ред. Т. М. Михеевой. – Минск : БГУ, 2014. – 108 с. : ил.
ISBN 978-985-566-020-1.

«Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино» – межведомственное
ежегодное издание, издаваемое с 1999 г. В этом выпуске приведены сведения о физико-хими-
ческих и биологических показателях, о вылове рыбы и показателях рекреационной нагрузки.
Материалы режимных наблюдений 2013 г. сравниваются с результатами, полученными за
предыдущий 15-летний период. Описаны климатические особенности 2013 г. на территории
Беларуси и в Нарочанском регионе. Расширена база данных о сезонных вариациях уровней и
доз солнечного приземного УФ-излучения в районе оз. Нарочь.

УДК 551.481.1+577.472
ББК 26.22+28.082

ISBN 978-985-566-020-1

© БГУ, 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

В очередном выпуске «Бюллетея экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино (2013 год)», издающегося с 1999 г., приведены результаты исследований разных ведомств, которым не безразлична экологическая ситуация Нарочанских озер и в целом Нарочанского региона.

Республиканским гидрометеорологическим центром представлены сведения о климатических особенностях на территории Беларуси и в Нарочанском регионе в 2013 г. Данна характеристика водного режима озер Нарочь и Мястро в 2012 г. и восполнен пробел аналогичных данных за 2008–2009 гг.

Гидроэкологическая характеристика озер в подледный период 2012–2013 гг. и вегетационный сезон (май – октябрь) 2013 г. подготовлена НИЛ гидроэкологии и Учебно-научным центром «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ. Приведены стандартные данные о физико-химических и биологических показателях, отражающие экологическое состояние озер и пополняющие многолетние ряды наблюдений. Соблюдая единый регламент, в текущем году в пелагической зоне озер на станциях постоянных наблюдений (рисунок на второй сторонке обложки) общепринятыми методами измерялись прозрачность воды по белому диску, распределение по столбу воды температуры и растворенного в воде кислорода. Для гидрохимического и гидробиологического анализов отбиралась интегральная проба, отражающая средний состав озерной воды. В этой пробе в лабораторных условиях стандартными методами измеряли общее содержание взвешенных веществ, в том числе минеральной составляющей, концентрацию органических и биогенных веществ (азот и фосфор), скорость биохимического потребления кислорода за первые и пятые сутки в стандартных условиях (при 20 °С в темноте), скорости продукции-деструкции процессов планкtonного сообщества *in situ* на глубине оптимального фотосинтеза, показатель pH и электропроводность воды. Определялись структурные показатели планктонной биоты: содержание хлорофилла в сестоне, видовой состав, доминирующие комплексы видов фито- и зоопланктонных сообществ, численность, биомасса фито- и зоопланктона, численность бактериопланктона. Приведены сведения о видовом составе, плотности и биомассе макрообентоса. Материалы режимных наблюдений текущего года, как и во всех предыдущих выпусках «Бюллетея», сравниваются с данными, полученными за предшествующий год и многолетний период.

Пополнена база данных Национального научно-исследовательского центра мониторинга озоносферы БГУ (НИЦ МО БГУ) о сезонных вариациях уровней и доз солнечного приземного УФ-излучения в районе оз. Нарочь в 2013 г., полученных с помощью двухканального фильтрового фотометра ПИОН-Ф, разработанного в НИЦ МО БГУ для аппаратного обеспечения сетевого мониторинга уровней солнечного ультрафиолетового излучения. Дано также описание изготовленного экспериментального образца погружного прибора для исследования сезонных вариаций УФ-радиации в водном слое. Конструкция прибора, технические характеристики и результаты натурных испытаний прибора на оз. Нарочь приведены в настоящем выпуске «Бюллетея».

Центр геофизического мониторинга НАН Беларуси предоставил данные текущего года о режиме подземных вод в Нарочанском регионе.

Научным и туристическим отделами ГПУ «Национальный парк “Нарочанский”» представлены материалы о рекреационной нагрузке на побережье Нарочанских озер в 2013 г. Стандартные материалы о вылове рыбы в озерах дополнены анализом многолетней динамики промыслового вылова рыбы и соотношения промыслового и любительского лова.

Выпуск подготовили:

Предисловие. *Т. В. Жукова* (Учебно-научный центр «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ), *Т. М. Михеева* (НИЛ гидроэкологии БГУ).

Раздел 1. Климатические особенности 2013 года на территории Республики Беларусь. *Н. С. Шевцова, Е. В. Комаровская, В. И. Мельник* (ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр»).

Раздел 2. Водный режим озер Нарочь и Мястро в 2012 году. *А. И. Пилищук, Н. С. Шевцова, Л. Н. Журавович, О. В. Байдук* (РГМЦ) при участии *В. С. Теляка, К. В. Хотяновича* (Озерная станция «Нарочь», Минский облгидромет).

Раздел 3. Гидроэкологическая характеристика Нарочанских озер в осенне-зимний период 2012–2013 годов. *Т. В. Жукова* при участии *А. Ю. Азаренкова, Н. В. Юркевич, Э. А. Журавлевой* (3.1–3.2) (Учебно-научный центр «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ); *Т. М. Михеева, Е. В. Лукьянова* (3.3) (НИЛ гидроэкологии БГУ); *О. В. Трифонов* (3.4); *Л. В. Никитина* (3.5) при участии *В. С. Карабанович, Н. В. Дубко* (НИЛ гидроэкологии БГУ).

Раздел 4. Гидроэкологическая характеристика Нарочанских озер в вегетационном сезоне 2013 года. *Т. В. Жукова* при участии *А. Ю. Азаренкова, Н. В. Юркевич, Э. А. Журавлевой* (4.1–4.8, 4.10–4.11) (Учебно-научный центр «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ); *Р. З. Ковалевская* (4.9–4.10); *Т. М. Михеева, Е. В. Лукьянова* (4.12) (НИЛ гидроэкологии БГУ); *И. В. Савич, О. В. Трифонов* (4.13) (НИЛ гидроэкологии БГУ); *Л. В. Никитина* (4.14) (НИЛ гидроэкологии БГУ); *О. А. Макаревич* (4.15) при участии *В. С. Карабанович, Н. В. Дубко* (НИЛ гидроэкологии БГУ).

Раздел 5. Исследования уровней УФ-радиации в приземном слое атмосферы и водной среде озера Нарочь. *В. Ю. Агеева, А. Н. Красовский, Л. Н. Турышев, А. Г. Светашев, В. Я. Венчиков, В. Н. Денисенко, В. Л. Тавгин* (НИЦ МО БГУ).

Раздел 6. Гидродинамические параметры подземных вод в районе озера Нарочь в 2013 году. *А. Г. Аронов, Т. И. Аронова* (Центр геофизического мониторинга НАН Беларусь).

Раздел 7. Показатели рекреационной нагрузки на побережье Нарочанских озер в 2013 году. *В. С. Люштык* при участии *О. С. Ежовой, О. В. Шукейло, Л. С. Кравчонок* (ГПУ «НП Нарочанский»).

Раздел 8. Вылов рыбы. *В. С. Люштык, С. А. Латушкин* (ГПУ «НП Нарочанский»).

Заключение. *Т. В. Жукова* (Учебно-научный центр «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ), *Т. М. Михеева* (НИЛ гидроэкологии БГУ).

Приложение 1. Водный режим озер Нарочь и Мястро в 2008 году. *Н. С. Шевцова, Л. Н. Журавович, О. В. Байдук* (РГМЦ) при участии *В. С. Теляка, К. В. Хотяновича* (Озерная станция «Нарочь», Минский облгидромет).

Приложение 2. Водный режим озер Нарочь и Мястро в 2009 году *Н. С. Шевцова, Л. Н. Журавович, О. В. Байдук* (РГМЦ) при участии *В. С. Теляка, К. В. Хотяновича* (Озерная станция «Нарочь», Минский облгидромет).

1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2013 года на территории Республики Беларусь

Средняя годовая температура воздуха за 2013 г. составила в среднем по Беларуси $+7,5^{\circ}\text{C}$ и по территории страны изменялась от $6,4^{\circ}\text{C}$ на севере до $8,8^{\circ}\text{C}$ на юго-западе, что на $1,5$ – $1,8^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы. В течение года в подавляющем большинстве месяцев (9 из 12) температура воздуха превышала климатическую норму. Положительные отклонения от климатической нормы отмечались в феврале, удерживались с апреля по август включительно и с октября до конца года. Максимального значения положительное отклонение температуры воздуха от климатической нормы достигло в феврале ($+4,1^{\circ}\text{C}$), лишь немногим меньше оказались ноябрьские и декабрьские отклонения ($+4^{\circ}\text{C}$). Только в январе, марте и сентябре отклонения температуры воздуха от климатической нормы были отрицательными. Наибольшее отрицательное отклонение (-3°C) отмечено в марте.

За год в среднем по Беларуси выпало 671 мм осадков (от 568 до 797 мм), а это 90–120 % годовой климатической нормы. На протяжении года осадки выпадали неравномерно. Сухим был июль, август, октябрь и декабрь, в апреле и июне количество осадков было близким к климатической норме, остальные месяцы года были влажными.

Зима 2012–2013 гг. Средняя температура воздуха за зимний сезон 2012–2013 гг. составила $-4,8^{\circ}\text{C}$, что выше климатической нормы на $0,7^{\circ}\text{C}$. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0°C (начало зимы) по всей территории страны произошел 2 декабря, в основном на 1–2 декады позже обычных сроков.

Декабрь 2012 г. характеризовался преобладанием холодной погоды и значительным количеством осадков.

По территории страны температура воздуха в январе изменялась от $-9,2^{\circ}\text{C}$ на востоке до $-4,1^{\circ}\text{C}$ на юго-западе и оказалась близка к климатической норме. По температурному режиму месяц был неоднородным. Большую часть первой декады и в последние дни месяца в республике господствовали неустойчивые теплые воздушные массы атлантического происхождения, смещающиеся по периферии атлантических циклонов. В середине месяца теплую погоду формировали малоподвижные фронты. В это время температура воздуха в течение суток находилась в пределах -1 ... -7°C , что на 1 – 5°C выше нормы или около нее. При этом максимальная температура воздуха повышалась до положительных значений. В самые теплые сутки в начале и конце месяца наблюдалась оттепель. Температура воздуха в течение суток удерживалась в интервале $+0$... $+5^{\circ}\text{C}$ и превышала норму на 6 – 9°C . Максимального значения ($+5,4^{\circ}\text{C}$) она достигла 1 января на метеостанции «Лельчицы».

Однако в большинстве дней господствовали воздушные массы северных широт, которые и определили преобладание пониженного температурного режима. Погодные условия формировали как области повышенного давления, так и тыловые части циклонов. Среднесуточная температура колебалась от -8 ... -12°C до -14 ... -18°C , что соответственно на 1–5 и 6–10 $^{\circ}\text{C}$ ниже климатической нормы. Вочные часы температура воздуха изменялась от -8 ... -15°C до -16 ... -22°C . Самая морозная погода наблюдалась 19 января в северных районах республики и в отдельные сутки третьей декады местами по стране. В это время среднесуточная температура понижалась до -19 ... -21°C и была на 11 – 12°C ниже средних многолетних значений. По ночам преимущественно по северу и востоку, а 26–27 января кое-где и на западе республики морозы усиливались до -23 ... -27°C . Самая низкая температура воздуха в этом месяце зарегистрирована на метеостанции «Вилейка» 27 января и составила $-27,8^{\circ}\text{C}$.

В феврале преобладала теплая погода. По территории страны температура воздуха изменилась от $-3,2^{\circ}\text{C}$ на севере и востоке до $-0,5^{\circ}\text{C}$ на юге. Значительную часть месяца на территорию Беларуси поступали теплые воздушные массы. В первой декаде их поставляли атмосферные фронты, перемещающиеся с Атлантики или со Средиземного моря в глубь европейской территории России. В дальнейшем почти до конца месяца значительная часть территории нашей страны находилась на северной периферии южных циклонов. В это время среднесуточная температура воздуха находилась в пределах от 0 до -5°C , в ряде дней местами, в основном по южной части республики, средний фон температуры воздуха повышался до $+1\dots+2^{\circ}\text{C}$, а это соответственно на $1\dots8$ и $9\dots10^{\circ}\text{C}$ теплее обычного. Большую часть месяца в дневные часы температура воздуха находилась в пределах $-3\dots+4^{\circ}\text{C}$, а в исключительно теплые дни 26–28 февраля местами по Брестской, Гродненской и Гомельской областям дневной максимум температуры воздуха достигал от $+5,0$ до $+7,4^{\circ}\text{C}$. Максимального значения ($+7,8^{\circ}\text{C}$) она достигла 28 февраля на метеостанции «Ганцевичи».

Во второй половине месяца в отдельные дни под влиянием арктических воздушных масс средняя за сутки температура воздуха понижалась до $-6\dots-9^{\circ}\text{C}$ и была близкой к норме или на $1\dots3^{\circ}\text{C}$ ниже нее. По ночам в феврале температура воздуха колебалась от $+2\dots-4^{\circ}\text{C}$ до $-5\dots-11^{\circ}\text{C}$. В наиболее холодные ночи второй половины месяца преимущественно по северу и северо-востоку страны при прояснениях температура воздуха в северных и восточных регионах страны понижалась до $-11\dots-20^{\circ}\text{C}$, на западе страны и в центральных регионах даже в самые холодные сутки она не опускалась ниже -10°C . Минимальное значение температуры воздуха ($-20,6^{\circ}\text{C}$) зарегистрировано 22 февраля на метеостанции «Шарковщина».

За зиму в среднем по стране выпало около 148 мм осадков, что составляет 128 % климатической нормы. Зима с таким и большим количеством осадков наблюдается примерно раз в восемь лет. Все три зимних месяца были влажными, но наиболее влажным был декабрь. Осадки этой зимой выпадали в основном в виде снега, в отдельные сутки снег был сильным. Снежный покров удерживался на протяжении всей зимы. На 28 февраля его высота составила от 1–9 см местами по югу страны до 30–41 см в центральных и северо-западных районах Беларуси.

За январь по Брестской, во многих районах Гродненской, по юго-западу Минской и Гомельской областям количество осадков за месяц составило от 51 до 75 мм, или 1,5–2 месячные нормы. И только в отдельных районах Могилевской и Гомельской областей осадков было меньше – от 26 до 31 мм, или около 70 % нормы. Осадки выпадали в виде снега, мокрого снега и дождя в периоды оттепелей. Число дней с количеством осадков 1 мм и более составило 5–12, по юго-западу – 13–16. В отдельные дни местами по республике отмечались сильные осадки.

В целом за февраль на преобладающей части страны выпало от 27 до 41 мм осадков (около климатической нормы). Во многих районах Витебской, Гомельской и по северной половине Минской области, а на остальной территории республики местами сумма осадков за февраль составила от 43 до 61 мм (1,5–2 месячные нормы). Число дней с осадками 1 мм и более составило от 6 до 13. В отдельные дни первой половины месяца отмечался сильный снег.

В январе – феврале преобладал слабый и умеренный ветер, однако в отдельные дни его порывы достигали 15–17 м/с. В течение этих месяцев в отдельных районах наблюдались умеренные и слабые туманы, гололеды и налипание мокрого снега, на дорогах гололедица. 15 января в Бресте был отмечен ледяной дождь.

Весна 2013 г. в Беларуси была теплее обычного. Средняя за сезон температура воздуха по стране составила $+6,3^{\circ}\text{C}$, что выше климатической нормы на $0,6^{\circ}\text{C}$. По температурному режиму весна была неоднородной – с холодной погодой в первую половину и теплой во вторую. Переход средней суточной температуры воздуха через 0°C осуществился

на большей части территории страны 30 марта – 1 апреля, местами по северо-западу – 4–11 апреля, что в основном на 1–2 недели позже своих обычных сроков. 10–12 апреля на большей части территории страны, в отдельных регионах 15–17 апреля в сроки, близкие к обычным, осуществился устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через +5 °C. Переход средней суточной температуры воздуха через +10 °C в сторону повышения произошел на большей части территории страны 16–17 апреля (в среднем на две недели раньше своих обычных сроков), в северо-западных регионах 30 апреля – 4 мая (в сроки, близкие к обычным). Необычайно рано, в основном на 2–3 декады раньше средних многолетних дат, в этом году осуществился переход средней суточной температуры воздуха через +15 °C, что можно считать началом лета. На большей части территории страны это произошло 7–8 мая, по югу Гомельской области – 27 апреля.

Первый месяц весны был холодным и характеризовался преобладанием зимней погоды. По территории страны температура воздуха в марте изменялась от –6,8 °C на севере до –2,3 °C на юго-западе, что на 2–4 °C ниже климатической нормы. Март с такой и более низкой температурой в Беларуси бывает примерно один раз в 10 лет. Однако, за период потепления, который начался в конце 80-х гг. прошлого века, такие и более низкие среднемесячные температуры воздуха в марте не наблюдались ни разу.

По температурному режиму месяц был неоднородным. Теплая погода стояла только в первую неделю месяца, когда погоду формировали атлантические циклоны. В дневные часы в отдельные теплые сутки воздух прогревался до +5...+12 °C, и самая высокая температура воздуха за этот месяц (+12,4 °C) зарегистрирована 6 марта в Бресте. При этом среднесуточная температура воздуха колебалась около 0 °C и превышала климатическую норму на 1–6 °C.

В большинстве дней месяца сохранялась холодная погода. С конца первой декады и почти до середины месяца погоду определяли холодные барические гребни, при этом по югу страны проходили атмосферные фронты. 15 марта территория Беларуси оказалась под влиянием активного циклона. Смещаясь с Италии через Балканский полуостров и Карпаты на Смоленскую область, он обусловил в нашей стране аномально сложные погодные условия. В конце второй – начале третьей декады Беларусь находилась в тыловых частях циклонов, продвигавшихся через Румынию и Украину в глубь европейской территории России и с Черного моря на Среднее Поволжье. За ними ненадолго формировались прохладные области повышенного давления. В эти периоды среднесуточная температура воздуха колебалась от –1...–7 до –8...–14 °C, что соответственно на 1–6 и 7–12 °C ниже климатической нормы. Вочные часы минимальная температура воздуха изменялась от –1...–9 до –10...–17 °C. В отдельные сутки воздух охлаждался до –14,0...–23 °C, достигая самых больших отрицательных значений на севере страны: самая низкая температура воздуха этого месяца отмечена на метеостанции «Езерище» ночью 9 марта и составила –23,3 °C.

Первая декада апреля носила зимний характер погоды, во второй декаде резко потеплело, и до конца месяца в республике преобладал повышенный температурный режим. По территории страны температура воздуха в апреле изменялась от +4,4 °C на северо-западе до +8,9 °C на юго-востоке, что на 1–2 °C выше климатической нормы.

В первой декаде месяца южные циклоны поддерживали поступление в республику воздушных масс с севера России. Среднесуточная температура воздуха составляла в основном от –3 до +3 °C. В дневные часы максимальная температура воздуха была +2...+9 °C, в конце декады по югу +10...+12 °C. В северо-западной части республики в ряде дней максимумы температуры не превышали –1...+1 °C. Вочные часы температура воздуха понижалась до минусовых значений и 7 апреля на метеостанции «Лынтупы» она достигла –13,1 °C.

Во второй и третьей декадах апреля Беларусь находилась под влиянием теплых воздушных масс умеренных и южных широт. В этот период среднесуточная температура воздуха колебалась от +4...+9 до +10...+14 °C, что в основном на 1–5 градусов теплее обычного.

Максимальная температура днем была $+10\dots+17$ °С, иногда по югу, а в отдельные дни на значительной части страны воздух прогревался до $+18\dots+25$ °С. И только в начале 2-й декады и 27–28 апреля по северо-западу республики за холодными участками фронтов дневная температура не превышала $+4\dots+9$ °С. Значительные волны тепла отмечались в республике 18–19 и 27 апреля, а также 28 апреля по юго-востоку страны, когда в системе атлантических циклонов вливались фронтальные разделы с теплыми секторами с юга Европы. В это время среднесуточная температура повышалась до $+15\dots+21$ °С и превышала средние многолетние значения на $6\dots11$ °. 27 апреля в самый теплый день месяца дневные максимумы достигали $+25\dots+29$ °С (максимального значения температура достигла на юге страны на метеостанциях «Житковичи» и «Лельчицы» $+29,2$ °С).

Май 2013 г. в Беларуси был теплым. Средняя температура воздуха изменялась от $+15,6$ °С на северо-западе до $+18,9$ °С на юго-востоке и превысила климатическую норму на $3\dots5$ °С.

В большинстве дней первой половины месяца теплую и преимущественно сухую погоду определял высокий блокирующий антициклон. По его периферии в республику поступали воздушные массы южных широт. С середины и до конца месяца республика находилась под влиянием активных фронтальных разделов и неустойчивых воздушных масс. В большинстве дней месяца среднесуточная температура воздуха колебалась от $+13$ до $+20$ °С, что преимущественно на $1\dots5$ °С выше климатической нормы. В дневные часы воздух в основном прогревался до $+18\dots+24$ °С. 8–13 и 16–20 мая во многих районах, а также в ряде дней месяца, главным образом по востоку страны, температурный фон повышался до $+21\dots+24$ °С, а максимальная температура достигала $+25\dots+31$ °С. Максимальное значение температуры воздуха ($+32,5$ °С) отмечено на севере на метеостанции «Витебск» 18 мая, был побит рекорд абсолютного максимума температуры воздуха для данного пункта.

На фоне теплой погоды в первые дни мая и в середине третьей декады в основном на юго-западе республики за холодными участками фронтов отмечалась прохладная погода. В дневные часы при продолжительных дождях в отдельных районах температура воздуха составляла $+13\dots+17$ °С, а в начале месяца местами она не превышала $+10\dots+12$ °С. Большую часть месяца ночные температуры воздуха не понижались ниже $+10$ °С. Лишь в начале месяца ночи были прохладными, и 2 мая местами ночью отмечались заморозки в воздухе интенсивностью от $-0,4$ до $-1,5$ °С, в эти же сутки, а также 6 и 7 мая отмечались заморозки на поверхности почвы, их интенсивность была от -1 до -2 °С.

Осадки этой весной выпадали в марте и в первой декаде апреля в виде снега, мокрого снега и дождя, в дальнейшем – в виде дождя. Число дней с количеством осадков 1 мм и более составило в марте 5–14 дней, в апреле – 4–11 и в мае 6–16 дней.

В связи с холодной погодой в марте и начале апреля очень долго залегал устойчивый снежный покров. Местами его высота доходила до 40–63 см. На отдельных метеостанциях таких высот снежного покрова за весь период наблюдений не отмечалось. Во второй декаде апреля наблюдалось интенсивное таяние снега, и к концу декады территория страны полностью освободилась от снежного покрова.

В первый и последний месяцы весны отмечался избыток осадков, а в апреле их количество было близким к норме.

За весну в среднем по Беларуси выпало 170 мм осадков, что составило 123 % климатической нормы. Так много осадков за весенний сезон бывает примерно один раз в 10 лет. Больше всего осадков за весну выпало на территории Брестской области (в среднем по области 192 мм (или 139 % климатической нормы за сезон), в Витебской области количество осадков весеннего сезона было наименьшим – в среднем по области 158 мм (или 115 % нормы за сезон).

В марте в центральной части республики выпало 28–62 мм осадков, что составило 1–1,5 климатической нормы. По югу страны сумма осадков достигала 67–95 мм (от 2 до 3 месячных норм). И только на большей части территории Гродненской области, по северо-

западу Минской и в западных районах Витебской области количество осадков не превысило 17–27 мм и составило 50–75 % месячной нормы. Очень много осадков выпало за сутки 15 марта. На большей части территории страны они выпадали в виде снега, а по юго-востоку Гомельской и Могилевской областей – в виде мокрого снега и дождя. Максимальное суточное количество осадков зарегистрировано 15 марта на метеостанциях «Мозырь» и «Лельчицы» и составило 37 мм. На этих метеостанциях был превышен суточный максимум осадков за весь период наблюдений. Рекорд по суточному количеству осадков был также установлен на метеостанциях «Марьина Горка», «Костюковичи», «Бобруйск», «Гомель», «Василевичи», «Брагин», «Пинск».

В целом за апрель на большей части Беларуси выпало от 34 до 68 мм осадков, что составило 1–1,5 климатической нормы. И только во многих районах Минской и Гомельской областей суммарное количество осадков не превысило 19–33 мм (45–70 % месячной нормы)

За май в целом на большей части территории Беларуси выпало 44–99 мм осадков, что составило 1–1,5 климатической нормы. Во многих районах Брестской, местами по Минской, юго-востоку Витебской и востоку Гродненской областей суммарное количество осадков составило 101–142 мм, или 2–2,5 климатической нормы. В первой половине мая дожди были редкими, во второй половине месяца они отмечались каждый день и носили преимущественно ливневой характер.

На протяжении весны преобладали умеренные ветры, в отдельные сутки порывы ветра превышали 15 м/с, максимальная скорость которого (23 м/с) зафиксирована 31 мая на метеостанции «Новогрудок». На большей части территории страны 15 марта прошел сильный снег, мокрый снег, по Гомельской и востоку Могилевской области – мокрый снег с дождем. В отдельных районах снег был очень сильным. Осадки сопровождались сильным порывистым ветром (15–20, местами 21–24 м/с), очень сильными метелями, снежными заносами. В мае дожди сопровождались грозами, выпадением града (до 20 мм в Слуцке 27 мая). Местами по республике наблюдались туманы.

Лето в 2013 г. было теплым. Средняя по стране температура воздуха за летний сезон составила +18,5 °C, что выше климатической нормы на 1,7 °C. Таким и более теплым лето в Беларуси бывает примерно один раз в 10 лет. За это лето отмечено от 22 до 55 жарких дней (с максимальной температурой воздуха ≥ 25 °C) при норме 22–48 дней. Число дней с максимальной температурой воздуха ≥ 30 °C в этом году составило от 1 до 11, в то время как обычно регистрируется от 1 до 6 дней с такими температурами. Самая высокая за лето 2013 г. температура воздуха (+34,5 °C) отмечена 8 августа на метеостанции «Брест».

Среднемесячная температура воздуха в первом летнем месяце изменялась от +18,2 °C на западе страны до +21,2 °C на юго-востоке и превысила норму на 2–4 °C. Таким и более жарким этот месяц бывает примерно один раз в 20 лет. Июнь характеризовался преобладанием теплой, в отдельные дни жаркой погоды, так как в течение месяца погодные условия в Беларуси формировали в основном теплые воздушные массы, поступающие с юго-востока и юга Европы. При такой атмосферной циркуляции в большинстве дней месяца среднесуточная температура воздуха находилась в интервале от +16 до +24 °C, что на 1–6 °C выше климатической нормы. Днем преобладала температура воздуха от +20 до +28 °C, иногда воздух прогревался до +29...+32 °C. Максимального значения (+32,4 °C) температура достигла 22 июня на метеостанции «Житковичи». В ночное время минимальная температура воздуха находилась в пределах от +9 до +17 °C, а в последней декаде месяца по востоку и юго-востоку страны оставалась на уровне +18...+21 °C. При этом в редкие ночи под утро воздух выхолаживался до +6...+8 °C. Минимальное значение температуры воздуха (+5,6 °C) отмечено 19 июня на метеостанциях «Лынтупы» и «Бобруйск».

Июль в этом году был несколько теплее обычного, по территории республики среднемесячная температура воздуха изменялась от +17,6 °C на северо-западе страны до +20 °C на юго-востоке, превысив норму на 1 °C.

Преобладающее влияние на погоду Беларуси оказывали барические гребни, сформированные в теплых воздушных массах, поступающих с запада и юго-запада Европы. Поэтому наблюдалась в основном теплая погода со среднесуточной температурой воздуха от +17 до +23 °C, что в основном на 1–5 °C выше нормы. В дневные часы воздух прогревался до +21...+29 °C. Вочные часы температура воздуха понижалась до +12...+18 °C. В самые жаркие дни температура достигала +30...+34 °C. Ночью минимальная температура воздуха оставалась на уровне +19...+21 °C. Максимальное значение температуры воздуха было зарегистрировано 29 июля на метеостанции Брест (+33,6 °C).

На фоне теплой погоды наблюдались периоды понижения температуры. Их обусловили поступающие на территорию Беларуси холодные тыловые части циклонов. В это время почти повсеместно по республике температурный режим был на 1–6 °C ниже климатической нормы. Среднесуточная температура воздуха при этом не превышала +13...+20 °C. Ночи также оставались достаточно теплыми, минимальная температура воздуха в основном находилась в пределах +10...+17 °C, только в отдельные ночи местами она понижалась до +6...+9 °C. Минимальное значение температуры воздуха зарегистрировано 2 июля на метеостанции «Лынтупы» (+6 °C).

Средняя по Беларуси температура воздуха за август составила от +16,7 °C на северо-западе до +19,5 °C на юго-западе, превысив норму на 1–2 °C.

Большую часть месяца преобладал антициклональный характер погоды. В ряде дней на погоду в Беларуси влияли фронтальные разделы, на которых развивались волновые циклоны. Средняя суточная температура воздуха при этом составляла в основном от +16 до +23 °C, что на 1–5 °C выше климатической нормы. В дневные часы воздух прогревался до +22...+29 °C. В самые теплые дни месяца дневные температуры воздуха достигали +29...+34 °C. При этом средняя за сутки температура повышалась до +24...+28 °C, что на 6–10 °C теплее обычного. Максимального значения температура воздуха достигла на метеостанции «Брест» 8 августа (+34,5 °C). В течение месяца отмечались непродолжительные похолодания, и третья декада выдалась прохладной. Такое похолодание последовало при вторжении полярных воздушных масс с севера Скандинавского полуострова и периферии холодного циклона над Украиной. В эти дни на значительной части территории Беларуси средняя суточная температура воздуха понижалась до +11...+15 °C, что на 1–4 °C ниже средних многолетних значений. В наиболее прохладные ночи температура воздуха понижалась до +4...+10 °C, местами по юго-востоку до +12 °C, а минимального значения она достигла ночью 30 августа на метеостанции «Езерище» (+4,2 °C). В самые теплые ночи августа минимальная температура оставалась на уровне +19...+22 °C.

За лето в среднем по Беларуси выпало 195 мм осадков, что составляет 80 % климатической нормы летнего сезона. Недобор осадков равномерно распространялся по всей территории страны. Более увлажненной оказалась Брестская область, где за лето в среднем по области выпало 212 мм осадков, или 89 % климатической нормы сезона. Наименьшее количество осадков выпало этим летом в Гомельской области – в среднем по области 185 мм, что составляет 77 % климатической нормы сезона для этого региона.

В целом за июнь, преимущественно по юго-западной половине республики, выпало 63–126 мм осадков, или 1–1,5 месячной нормы, по северо-востоку Брестской, юго-западу Минской суммарное количество осадков достигало 136–177 мм (2 климатические нормы), на метеостанции «Полесская» выпало 306 мм осадков, что составило 4 нормы. На остальной части страны количество осадков не превысило 17–55 мм и составило 25–70 % нормы. Дожди большей частью носили кратковременный, ливневый характер. В ряде дней месяца отмечались сильные дожди с количеством осадков за 12 ч и менее 15–46 мм. Суточный максимум осадков (81 мм) зарегистрирован 24 июня на метеостанции Полесская, здесь был превышен абсолютный суточный максимум осадков для данного пункта. Число дней с количеством осадков 1 мм и более составило 3–10, по южной половине местами 11–15.

За июль на большей части территории страны выпало от 71 до 104 мм осадков, что в основном около средних многолетних значений, в отдельных районах сумма осадков за месяц составила от 106 до 145 мм, или 1,5 нормы. Дожди в основном носили ливневый кратковременный характер. Число дней с количеством осадков 1 мм и более составило от 6 до 15.

Самым сухим за это лето был август. За месяц на значительной части страны выпало 20–50 мм осадков, что составляет лишь половину нормы. В отдельных районах Брестской, Гродненской и Минской областей количество осадков за месяц не превысило 9–19 мм (11–24 % нормы). И только на большей части Витебской, на северо-западе Минской, местами по Могилевской и Гомельской областям суммарное количество осадков было близким к климатической норме. Дожди в августе, за исключением третьей декады, были редкими, носили кратковременный характер и распределялись по территории страны неравномерно. Число дней с дождем количеством 1 мм и более составило 5–12, по югу местами – 3–4 дня.

В каждом из летних месяцев, хотя и не часто, отмечались сильные ливни. Днем 13 июля на метеостанции «Полоцк» выпало 93 мм осадков, что превысило абсолютный суточный максимум осадков для данного пункта. В этот же день в Минске выпало 59 мм осадков.

За лето в отдельные сутки ветер усиливался до 15–24 м/с. Максимальная скорость ветра (25 м/с) отмечена 22 июня на метеостанции «Полесская». В каждом летнем месяце наблюдались грозы. Кое-где выпадал град, максимальный его диаметр 15 мм зарегистрирован 8 июня на метеостанции «Докшицы» и 23 июня на метеостанции «Слуцк». В отдельные сутки вочные и утренние часы местами по республике ненадолго возникали туманы.

Осень 2013 г. была теплой. При климатической норме +6,3 °C средняя температура воздуха осеннего сезона составила +8,2 °C, т. е. превысила норму на 1,9 °C. Такой и более теплой осень в наших широтах бывает примерно один раз в 20 лет. В этом году наибольшие положительные отклонения температуры воздуха от климатической нормы за осенние месяцы отмечены в Витебской и Гомельской областях (в среднем по областям на 2,1 °C), а наименьшие – в Гродненской области (в среднем на 1,6 °C).

Теплыми были октябрь и ноябрь, температура воздуха в сентябре оказалась близкой к климатической норме. Переход средней суточной температуры воздуха через +10 °C в сторону понижения на всей территории страны осуществился 23–25 сентября, в основном в сроки, близкие к обычным, а в южных и юго-западных районах – на 4–9 дней раньше своих обычных сроков. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через +5 °C в сторону понижения на большей части территории страны осуществился 11–13 ноября, примерно на 2 декады позже обычных сроков, в юго-западных регионах – 25–26 ноября, что на месяц позже обычного.

В сентябре температура воздуха составила от +10,7 °C на севере до +12,5 °C на юго-западе, что в основном около климатической нормы. В течение месяца преобладала умеренно теплая погода, и только последняя неделя месяца характеризовалась резким похолоданием. Теплую погоду формировали в основном воздушные массы, поступающие с юга Европы, а также теплые секторы циклонов и области повышенного атмосферного давления. В эти периоды во многих районах страны средняя суточная температура воздуха превышала климатическую норму на 1–6 °C. Максимальная температура днем достигала +15...+22 °C, а в самые теплые сутки, преимущественно в первой половине месяца, дневная температура воздуха повышалась до +23...+25 °C. Большую часть месяца ночные температуры находились в пределах от +5 до +12 °C. В последнюю неделю месяца резко похолодало, что было обусловлено вторжением холодного арктического воздуха в тыловой части североатлантического циклона. Средний фон температуры воздуха на территории большей части республики оказался на 3–5 °C ниже климатической нормы. В самые холодные ночи последней пятидневки месяца воздух охлаждался до +1...+6 °C, а 26 сентября в воздухе и во многих районах на почве отмечались заморозки 0, –2 °C, кое-где на поверхности почвы было –3...–5 °C.

Октябрь в этом году отличался преобладанием теплой погоды. По территории республики температура воздуха изменялась от +7,1 °С на севере до +10 °С на юго-западе, что на 2–3 °С выше климатической нормы. В большинстве дней месяца в республике наблюдалась теплая погода, которую определяли области повышенного атмосферного давления, сформированные в теплом воздухе, а в третьей декаде – теплые секторы циклонов. Средняя суточная температура воздуха составляла в основном +8...+14 °С, что на 1–8 °С выше обычного. Дневной максимум температуры достигал +12...+19 °С, а в самый теплый день, 29 октября, на юго-востоке страны воздух прогревался до +20...+22 °С. В большинстве ночных температура оставалась на уровне +7...+14 °С. В октябре наблюдались также периоды похолоданий: в первой декаде под влиянием холодного арктического антициклона и во второй половине месяца, когда за холодными атмосферными фронтами на нашу территорию поступал арктический воздух северных широт. Средняя суточная температура в эти периоды изменялась в основном от 0 до +7 °С и была на 1–7 °С ниже нормы. Днем температура воздуха преимущественно составляла +5...+12 °С. Ночные температуры в отдельные сутки были отрицательными, отмечались заморозки в воздухе интенсивностью до –3 °С, на поверхности почвы – до –5 °С.

В ноябре преобладала теплая погода. Средняя месячная температура воздуха по территории республики изменилась от +3,7 °С на севере до +5,9 °С на юго-востоке, что на 3–5 °С выше климатической нормы. Теплую погоду в ноябре формировали в основном атлантические циклоны. Это обусловило адвекцию тепла с юга и юго-запада Европы на нашу территорию. Средняя суточная температура воздуха в это время составляла в основном +1...+7 °С, что на 1–5 °С теплее обычного. В теплых секторах циклонов средний фон температуры повышался до +8...+13 °С, что на 6–9 °С выше климатической нормы. Максимальная температура воздуха повышалась до +10...+15 °С, по югу и юго-востоку – до +15...+17 °С. Максимальное значение температуры (+17 °С) зарегистрировано днем 3 ноября на метеостанциях «Полесская» и «Лельчицы». Ночные температуры воздуха в ноябре оставались преимущественно положительными вплоть до последней пятидневки, когда характер погоды резко изменился: на территорию нашей страны началось вторжение арктических воздушных масс с севера Европы. Средняя суточная температура понизилась до –2...–5 °С. В самые холодные сутки этого периода в ночные часы воздух выхолаживался до 4–10° мороза. Абсолютный минимум (–9,8 °С) зарегистрирован ночью 27 ноября на метеостанции «Слуцк».

За осень в среднем по республике выпало 186 мм осадков, что составляет 117 % климатической нормы за сезон. Наиболее увлажненной оказалась Могилевская область, где отмечено 194 мм (123 % климатической нормы). Меньше всего осадков за осень зафиксировано на территории Минской области – 175 мм (109 % климатической нормы). Среди осенних месяцев сухим был только октябрь, избыточно влажными – сентябрь и ноябрь. Осадки выпадали в виде дождя, лишь в отдельные дни, преимущественно в конце сезона, – в виде мокрого снега и снега.

В целом за сентябрь в северной и центральной части страны выпало от 39 до 73 мм осадков. По западу и востоку сумма осадков достигала 74–114 мм, что составило 1,5 месячной нормы, а по северо-западу Брестской и юго-западу Гродненской областей – от 124 до 146 мм, что в 2,5 раза больше обычного. В то же время местами отмечался недобор осадков – 67–78 % нормы. Число дней с количеством осадков 1 мм и более составило от 5 до 17. Дожди большей частью были кратковременными, и основная их масса пришлась на вторую и третью декады. В течение 1–3 дней дожди сопровождались грозами.

Октябрь выдался сухим. Во многих районах суммарное количество осадков не превысило 15–38 мм (31–69 % нормы). Совсем мало дождей было по югу Минской и Гродненской областей, а также в северной части Брестской области, где месячное количество осадков

не превысило 5–13 мм – это всего 10–26 % нормы. И только местами количество осадков соответствовало норме. Число дней с количеством осадков 1 мм и более составило от 3 до 9.

За ноябрь в целом на преобладающей части страны выпало 42–83 мм осадков, или 1–1,5 нормы. На большей части Витебской, Минской, по северу Могилевской и северо-востоку Гомельской областей количество осадков составило 86–117 мм (2–2,5 месячной нормы). Число дней с количеством осадков 1 мм и более составило по северу страны 12–19, по югу – 8–12. На метеостанции «Сенно» за месяц выпало 108 мм, т. е. был превышен прежний месячный максимум осадков. Осадки в ноябре выпадали преимущественно в виде дождя, в конце месяца в наиболее холодные сутки отмечался снег и мокрый снег. 26 ноября на большей части территории страны образовался временный снежный покров высотой 1–10 см.

Осенью преобладали слабые и умеренные ветры, лишь в отдельные дни наблюдалось усиление ветра порывами до 15 м/с и выше. 4 ноября на метеостанции «Верхнедвинск» максимальная скорость ветра достигала 25 м/с. Изредка регистрировались грозы. Последние грозы прогремели ночью 29 ноября на метеостанциях «Высокое» и «Жлобин». Ночные грозы в ноябре – крайне редкое явление. В отдельные сутки сгущались туманы, а в конце сезона на дорогах отмечалась гололедица, местами наблюдался слабый гололед и налипание мокрого снега.

Средняя температура воздуха за декабрь составила от $-1,5$ до $+2$ $^{\circ}\text{C}$, что на 3–5 $^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы. Такой и более теплый декабрь в Беларуси наблюдается примерно раз в 10 лет. В декабре преобладала теплая, во второй половине месяца – аномально теплая с недобором осадков погода.

В большинстве дней республика находилась на южной периферии глубоких атлантических циклонов. Лишь в первой декаде месяца зачастую через республику смещались активные фронтальные разделы. Эти циклоны выносили в пределы страны теплые морские воздушные массы с Атлантики и юго-запада Европы. С 25 по 29 декабря очень теплой погоде способствовали влажные воздушные массы, поступавшие с южных морей. Часто южная половина республики оказывалась на северной периферии антициклонов.

На протяжении всего месяца преобладающая температура воздуха в течение суток находилась в пределах от -3 до $+3$ $^{\circ}\text{C}$, что на 1–5 $^{\circ}\text{C}$, а в большинстве дней второй половины месяца на 6–9 $^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы. В дневные часы по юго-западу, а в третьей декаде иногда во многих районах республики воздух прогревался до $+5$ $^{\circ}\text{C}$. По ночам в областях повышенного атмосферного давления воздух изредка охлаждался до $-4...-8$ $^{\circ}\text{C}$. В наиболее теплые дни в конце месяца преимущественно по западной половине республики среднесуточная температура воздуха составляла $+4...+5$ $^{\circ}\text{C}$, что в отдельных районах на 10–11 $^{\circ}\text{C}$ выше средних многолетних значений. При этом в дневные часы воздух зачастую прогревался до $+6...+9$ $^{\circ}\text{C}$.

На фоне повышенного температурного режима наблюдалось непродолжительное похолодание. На большей части страны средняя температура воздуха понижалась от -4 до -9 $^{\circ}\text{C}$, что на 1–5 $^{\circ}\text{C}$ ниже нормы, в ночные часы воздух выхолаживался до $-9...-13$ $^{\circ}\text{C}$. Наиболее холодная погода отмечалась 10–11 декабря по восточной половине Беларуси: по ночам подмораживало до $-14...-17$ $^{\circ}\text{C}$, дневная температура не превышала $-6...-12$ $^{\circ}\text{C}$, среднесуточная температура составляла от -9 до -13 $^{\circ}\text{C}$, что на 6–8 $^{\circ}\text{C}$ ниже климатической нормы.

В связи с преобладанием в декабре аномально высоких температур устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 $^{\circ}\text{C}$ (начало климатической зимы) не произошло, хотя обычно он отмечается еще во второй половине ноября.

В целом за декабрь во многих районах республики сумма выпавших осадков составила 17–30 мм (около половины месячной нормы); по Витебской области на большей части, а на остальной территории страны местами выпало от 31 до 53 мм осадков, что около средних многолетних значений. В Любанском и Лунинецком районах количество осадков за весь

месяц составило около 15 мм, или 30–34 % климатической нормы. Осадки в течение месяца выпадали преимущественно в виде мокрого снега и дождя. Число дней с количеством осадков 1 мм и более составило от 4 до 10, по северной половине местами – от 11 до 13. В отдельные дни отмечался сильный снег.

К середине первой декады декабря на всей территории страны установился снежный покров высотой от 1 до 16 см. Однако в связи с оттепельной погодой во второй половине месяца он начал разрушаться, и к концу декабря снег в основном растаял.

В декабре преобладали слабые и умеренные ветры, в отдельные дни отмечалось усиление ветра до 15 м/с и более, максимальное значение (24 м/с) зарегистрировано 2 декабря на метеостанциях «Горки» и «Славгород». На протяжении 2–8, а местами до 9–13 дней сгущались туманы, отмечался слабый гололед, на дорогах возникала гололедица. В течение 1–2 дней в начале первой декады регистрировались метели и налипание мокрого снега. Элементы климата в Нарочанском регионе в 2013 г. даны в табл. 1.1.

Таблица 1.1
Элементы климата в Нарочанском регионе в 2013 г.

Месяцы													
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	за год	
Суммарная по месяцам и за год ФАР* (мДж/м²) *													
32	69	206	219	317	357	316	259	162	73	24	17	2051	
Средняя месячная и годовая температура воздуха (°C)													
-7,9	-2,7	-5,9	4,4	15,4	18,4	17,7	16,8	11,5	7,8	4,2	0,5	6,7	
Суммарное по месяцам и за год количество осадков (мм)													
47	55	27	49	44	45	118	68	58	41	71	40	663	
Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)													
0,8	1,0	1,4	1,0	0,9	0,7	1,0	0,7	1,0	0,8	1,1	1,6	1,0	
Повторяемость (%) направления ветра и штилей													
C	21	1	30	10	11	7	8	5	15	3	5	1	
СВ	11	13	15	5	10	9	5	9	11	6	0	0	
В	19	41	17	27	36	32	12	12	21	8	17	4	
ЮВ	5	8	3	5	12	6	6	5	2	9	11	14	
Ю	14	6	2	9	8	6	1	9	2	17	10	18	
ЮЗ	16	5	4	12	2	9	3	9	4	24	24	31	
З	6	16	7	23	9	14	25	22	21	28	26	27	
СЗ	8	10	22	10	12	16	40	29	25	5	7	5	
Штиль	37	29	23	35	33	38	28	43	28	35	29	9	

* Информация представлена по ближайшей к Озерной станции «Нарочь» МС г. п. Шарковщина Витебской области.

2. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ОЗЕР НАРОЧЬ И МЯСТРО В 2012 году

2.1. Ледовые явления, толщина льда и снежный покров

Появление устойчивых ледяных образований зимой 2011–2012 гг. отмечено 20 декабря на озерах Мястро и Нарочь, что на 26–36 дней позже средних многолетних сроков.

Ледостав на оз. Мястро образовался 15 января, а на оз. Нарочь – 18 января, что на 39 и 35 дней позже обычного.

Продолжительность ледостава на рассматриваемых водоемах была меньше средней многолетней величины. На оз. Мястро она составила 91 день, на оз. Нарочь – 78 дней, что на 32 и 42 дня меньше соответственно.

Наращивание толщины льда происходило постепенно, и наибольших значений она достигла в марте. Наибольшая толщина льда на оз. Мястро отмечена 10 марта и составила 46 см, что очень близко к средней многолетней величине (47 см). При этом наибольшая толщина льда за весь период наблюдений отмечалась в 1963 г. и составила 75 см.

Наибольшая толщина льда на оз. Нарочь отмечена 10 марта и составила 45 см, что также близко к средней многолетней величине (48 см). Наибольшая толщина льда на оз. Нарочь за весь период наблюдений была отмечена в 1947 г. и составила 79 см (табл. 2.1.1).

Максимальная высота снега на оз. Мястро составила 11 см, на оз. Нарочь – 8 см и наблюдалась в феврале (табл. 2.1.2).

Разрушение льда на озерах началось 23 марта и на оз. Мястро, и на оз. Нарочь. Это на два дня раньше средних многолетних сроков для оз. Мястро и на шесть дней раньше для оз. Нарочь (см. табл. 2.1.1).

Полное очищение водоемов ото льда произошло 17 апреля на оз. Мястро и 14 апреля на оз. Нарочь, что на четыре дня позже средних многолетних сроков.

Таблица 2.1.1

Ледовые явления на участке поста наблюдений за 2011–2012 гг. и многолетний (средние) период

Период	Осенне-зимние ледовые явления				Весенние ледовые явления				Продолжительность периода, свободного ото льда	
	дата		продолжительность, дни		дата					
	появления ледовых образований	начала ледостава	осенних ледовых явлений	ледостава	начала разрушения льда	окончания ледостава	очищения ото льда			
Озеро Мястро										
2011–2012	20.12	15.01	26	91	23.03	14.04	17.04	25	231	
1961–2012	13.11	07.12	16	123	25.03	07.04	13.04	19	221	

Окончание табл. 2.1.1

Период	Осенне-зимние ледовые явления				Весенние ледовые явления				Продолжительность периода, свободного ото льда	
	дата		продолжительность, дни		дата		продолжительность весенних ледовых явлений			
	появления ледовых образований	начала ледостава	осенних ледовых явлений	ледостава	начала разрушения льда	окончания ледостава	очищения ото льда			
Озеро Нарочь										
2011–2012	20.12	18.01	29	78	23.03	04.04	14.04	22	237	
1944–2012	23.11	13.12	15	120	29.03	11.04	10.04	17	226	

Таблица 2.1.2

Толщина льда и высота снега на льду у берега (см) на последний день декады, наибольшая за сезон 2011–2012 гг. и за многолетний период

Период	Число	Месяцы												Наибольшая толщина, дата, число случаев	
		XI		XII		I		II		III		IV			
		снег	лед	снег	лед	снег	лед	снег	лед	снег	лед	снег	лед		
Озеро Мястро															
2011–2012	10					–	–	3	26	4	46			46 10.03 1	
	20					–	8	11	37	1	41				
	послед. день					3	17	6	42	–	–				
Наибольшая за многолетие (1961–2012)														75 31.03.63 1	
Озеро Нарочь															
2010–2011	10							2	27	6	45			45 10.03 1	
	20					4	3	8	35		42				
	послед. день					6	7	4	39						
Наибольшая за многолетие (1944–2011)														79 10.03–20.03.47 3	

П р и м е ч а н и е. «—» явление было, но нельзя было измерить.

2.2. Температура воды у берега и в поверхностном слое воды на акватории озер Мястро и Нарочь

Переход температуры воды у берега через $0,2^{\circ}\text{C}$ в сторону повышения на оз. Мястро произошел 22 марта, а на оз. Нарочь – 2 апреля – в сроки, близкие к средним многолетним датам (табл. 2.2.1).

Таблица 2.2.1

Температура воды ($^{\circ}\text{C}$) у берега за 2012 г. и многолетний период

Период	Дата перехода температуры весной			IV			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
	0,2 $^{\circ}$	4 $^{\circ}$	10 $^{\circ}$	1	2	3							1	2	3
Озеро Мястро															
2012	22.03	11.04	29.04	1,9	5,7	10,0	16,0	18,6	22,5	20,1	15,9	9,7	5,2	4,2	3,8
1962–2012	24.03	15.04	07.05	2,8	5,0	8,0	13,4	18,4	20,5	19,4	14,0	7,7	3,9	2,6	1,5
Озеро Нарочь															
2012	02.04	12.04	28.04	1,9	6,7	11,3	15,0	17,0	22,0	20,0	15,7	9,0	5,2	4,0	3,9
1945–2012	03.04	22.04	13.05	1,2	3,3	6,9	11,8	17,1	19,5	19,0	14,1	8,0	4,1	2,6	1,5

Продолжение табл. 2.2.1

Период	Дата перехода температуры воды осенью			Высшая температура		
	10 $^{\circ}$	4 $^{\circ}$	0,2 $^{\circ}$	t°	дата	
Озеро Мястро						
2012	23.10		01.12	10.12	28,2	
1962–2012	10.10		11.11	11.12	29,1	
Озеро Нарочь						
2012	21.10		01.12	10.12	28,0	
1945–2012	09.10		11.11	03.12	29,7	

Переход температуры через 4°C в сторону повышения произошел на оз. Мястро 11 апреля, что на 5 дней раньше обычного, а на оз. Нарочь 12 апреля, что на 10 дней раньше средних дат.

Переход температуры воды через 10°C на оз. Мястро произошел 29 апреля, что на 8 дней раньше средних многолетних сроков. Переход температуры воды через 10°C на оз. Нарочь произошел 28 апреля, что на 16 дней раньше средних многолетних сроков (см. табл. 2.2.1).

Среднемесячная температура воды у берега на протяжении 2012 г. была выше или близка к средней многолетней. Отклонения от средних многолетних значений составили от 0,1 до 3,3 $^{\circ}\text{C}$.

Переход температуры воды через 10°C в сторону понижения произошел 23 и 21 октября для озер Мястро и Нарочь соответственно. Это на 13 и 12 дней позже средних многолетних сроков, что обусловлено температурным режимом октября.

Переход температуры через 4°C произошел на озерах Мястро и Нарочь 1 декабря, что на 20 и 21 день позже средних за многолетие дат.

Переход температуры воды через $0,2^{\circ}\text{C}$ в сторону понижения произошел 10 декабря, что на оз. Мястро соответствует многолетней дате, а на оз. Нарочь на 7 дней позже средней многолетней даты.

Температура воды поверхностного слоя на акватории водоемов в течение 2012 г. была значительно выше средних многолетних значений (табл. 2.2.2): на оз. Мястро и Нарочь она была отмечена 7 июля и составила соответственно 28,2 и 28,0 °C, что на 0,9 и 1,7 °C выше среднемноголетнего значения.

Таблица 2.2.2

Температура воды (°C) поверхностного слоя воды на акватории за 2012 г. и многолетний период (средние значения)

Период	IV			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI			XII		
	1	2	3							1	2	3	1	2	3
Озеро Мястро															
2012	—	—	9,7	16,1	19,4	22,3	20,4	15,9	10,0	4,6	4,4	4,2	—	—	—
1969–2012	3,3	5,6	7,9	13,5	18,4	20,5	19,7	14,3	8,2	4,4	3,3	2,2	1,1	0,4	0,1
Озеро Нарочь															
2012	—	—	8,7	15,0	17,4	21,0	20,1	15,9	10,5	5,4	5,0	4,5	—	—	—
1969–2012	2,2	3,8	6,7	11,9	17,0	19,6	19,2	14,7	9,0	5,0	3,9	2,6	1,2	0,4	0,1

2.3. Уровень воды в озерах Мястро и Нарочь

Средние месячные уровни воды в оз. Мястро в 2012 г. были выше средних многолетних значений на 1–5 см в январе – июне, ниже средних многолетних значений на 1–6 см с июля по декабрь (табл. 2.3.1).

Таблица 2.3.1

Средние месячные и характерные уровни воды (см) за 2012 г. и многолетний период

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Озеро Мястро (отметка нуля поста 163,65 м БС)												
2012	187	187	190	203	200	191	184	178	174	175	179	182
1962–2012	185	186	189	198	195	189	186	182	180	180	182	183
Озеро Нарочь (отметка нуля поста 163,65 м БС)												
2012	168	171	174	180	182	180	175	170	164	161	163	166
1945–2012	169	172	174	179	181	179	176	173	169	166	166	167

Продолжение табл. 2.3.1

Период	Среднегодовой	Высший		Низший		Годовая амплитуда
		H_{\max}	дата	H_{\min}	дата	
Озеро Мястро (отметка нуля поста 163,65 м БС)						
2012	186	207	26–30.04(5)	173	22–28.09 (4)	34
1962–2012	186	204*	22.04	174*	11.07	30
Озеро Нарочь (отметка нуля поста 163,65 м БС)						
2012	171	185	30.04	159	06.10	26
1945–2012	173	189*	05.05	157*	11.08	32

*Для высшего и низшего уровней воды приведены средние значения из характерных уровней и средняя дата наступления этой характеристики.

Среднемесячные уровни воды в оз. Нарочь наблюдались ниже многолетних значений на 1–5 см, исключение составили март – июнь, когда уровни были близки к средним многолетним значениям.

Во все сезоны года среднемесячные уровни воды в озерах были близки к средним многолетним значениям, отклонения составляли не более 6 см.

Максимальный уровень воды в оз. Нарочь наблюдался с 26 по 30 апреля и составил 207 см, что близко к средней многолетней величине (204 см).

Максимальный уровень воды в оз. Нарочь наблюдался 30 апреля и составил 185 см, что также близко к средней многолетней величине (189 см).

Минимальный уровень воды в оз. Нарочь наблюдался с 22 по 28 сентября и составил 173 см, что близко к среднему многолетнему значению (174 см).

Минимальный уровень воды в оз. Нарочь наблюдался 6 октября и составил 159 см, что на 2 см выше среднего многолетнего значения (157 см).

2.4. Поверхностный приток в озеро Нарочь по впадающим ручьям, протоке Скема и сток по реке Нарочь

Поверхностный приток за год в оз. Нарочь по впадающим ручьям и протоке Скема был неоднозначным. Среднемесячные расходы воды по основным притокам на фоне среднемноголетних значений представлены в табл. 2.4.1.

Таблица 2.4.1

Средние месячные расходы воды по ручьям (л/с), впадающим в оз. Нарочь, и протоке Скема ($м^3/с$) за 2012 г. и многолетний период

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ручей б/н – к. п. Нарочь (площадь водосбора 2,92 км ²)												
2012	10,4	3,48	16,8	23,3	9,85	6,08	2,05	1,67	1,72	3,22	9,47	6,90
1962–2012	6,68	6,1	12,5	22,0	11,8	6,83	4,08	3,95	4,08	5,44	7,40	6,70
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	156	56	134	106	83	89	50	42	42	59	128	103
Ручей б/н – с. Купа (площадь водосбора 2,10 км ²)												
2012	3,29	3,20	4,74	5,69	3,95	4,24	2,02	3,15	1,30	2,93	4,14	3,40
1963–2012	3,64	3,62	5,70	8,90	5,56	4,12	3,17	2,97	3,04	3,70	4,18	3,92
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	90	88	83	64	71	103	64	106	43	79	99	87

Продолжение табл. 2.4.1

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ручей б/н – с. Антонисберг (площадь водосбора 5,56 км²)												
2012	24,8	6,92	62,4	57,2	27,1	11,9	3,87	3,62	3,24	3,90	16,2	15,9
1963–2012	30,7	32,0	76,8	104,0	35,0	19,8	13,9	10,5	11,5	20,6	30,6	30,4
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	81	22	81	55	77	60	28	34	28	19	53	52

Протока Скема – с. Никольцы (площадь водосбора 133 км²)

2012	1,08	0,87	0,98	1,74	1,47	0,73	0,33	0,26	0,33	0,45	0,65	0,77
1961–2012	0,75	0,79	0,96	1,69	1,33	0,76	0,50	0,44	0,44	0,51	0,64	0,69
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	144	110	102	103	128	96	66	59	75	88	102	112

Продолжение табл. 2.4.1

Период	Среднегодовой	Наибольший		Наименьший			
				периода открытого русла		зимнего периода	
		Q _{макс}	дата	Q _{мин}	дата	Q _{мин}	дата
Ручей б/н – к. п. Нарочь (площадь водосбора 2,92 км²)							
2012	7,91	89,0	02.06	0,60	06.08	2,00	04.02
1962–2012	8,12	273	05.08.79	нб (27 %)	08.06–12.10.92 (119)	нб (22 %)	11.12–28.02.97 (80)
Ручей б/н – с. Купа (площадь водосбора 2,10 км²)							
2012	3,50	22,3	02.06	0,30	24,09	2,15	19.02
1962–2012	4,36	86,5	07.06.94	нб (22 %)	04.07–19.10.12 (108)	нб (18 %)	26.11.02–27.03.03 (121)
Ручей б/н – с. Антонисберг (площадь водосбора 5,56 км²)							
2012	19,8	190	16.03	0,85	28.07	2,40	17.02
1962–2012	34,7	1600	05.10.78	нб (24 %)	08.06–30.10.01 (106)	нб (10 %)	21.01–2103.69, 06.12.02–11.03.03 (120)
Протока Скема – с. Никольцы (площадь водосбора 133 км²)							
2012	0,81	2,11	01.05	0,22	30.07		
1962–2012	0,79	3,98	07.05.64	0,043	13.09–07.10.02 (25)		

Поверхностный приток в зимний период в сравнении со средними многолетними значениями был значительно ниже и составил 22–90 % от нормы по впадающим ручьям у

с. Купа и Антонисберг и в феврале по ручью у к. п. Нарочь и выше средних многолетних значений по протоке Скема и в январе по ручью у к. п. Нарочь (110–156 %). Поверхностный приток в весенний период по ручьям у с. Купа и Антонисберг и в мае по ручью у к. п. Нарочь был ниже средних многолетних значений и составил 55–83 %, выше по протоке Скема и ручью у к. п. Нарочь в марте и апреле (102–134 %).

В летний период поверхностный приток по впадающим ручьям и протоке Скема был ниже и близок к средним многолетним значениям и составил от 26 до 106 %. В осенний период поверхностный приток по впадающим ручьям у с. Купа, Антонисберг и в октябре по ручью у к. п. Нарочь был ниже средних многолетних значений. Поверхностный приток по протоке Скема и в ноябре по ручью у к. п. Нарочь был выше средних многолетних значений и составил 102–128 %. Сток из озера Нарочь по р. Нарочь в 2012 г. был значительно выше средних многолетних значений, за исключением февраля, сентября и октября. В зимний период сток колебался в пределах 64–146 %, в весенний период – 129–137 %, в летне-осенний период – 84–116 % (табл. 2.4.2).

Таблица 2.4.2

Средние месячные расходы воды ($\text{м}^3/\text{с}$) по р. Нарочь, вытекающей из оз. Нарочь, за 2012 г. и многолетний период

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
р. Нарочь – с. Черемшицы (площадь водосбора 337 км^2)												
2012	2,45	1,12	3,25	4,24	3,57	2,17	1,56	1,18	0,95	1,13	1,62	1,77
1962–2012	1,68	1,75	2,37	3,26	2,77	1,96	1,34	1,09	1,09	1,34	1,60	1,66
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	146	64	137	130	129	111	116	108	87	84	101	107

Продолжение табл. 2.4.2

Период	Среднегодо- вой	Наибольший	Наименьший		
			периода открытого руслы		зимнего периода
			$Q_{\text{макс}}$	дата	$Q_{\text{мин}}$
р. Нарочь – с. Черемшицы (площадь водосбора 337 км^2)					
2012	2,09	4,44	20–23.04 (3)	0,81	27.09–02.10 (3)
1962–2012	1,80	6,21	29.03.10	0,22	02–05.10.02 (4)
					0,057
					29.12.02– 12.01.03 (9)

3. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2012–2013 годов

3.1. Прозрачность воды, температурный и кислородный режимы

Полевые наблюдения в Малом плесе оз. Нарочь проводили в период осеннеей гомотермии (середина ноября) при температуре воды по всему водному столбу, равной 5,8 °С, а также в пелагической зоне всех трех озер в начале апреля при сформировавшейся во время подледного периода обратной стратификации водной массы. В первый срок наблюдений гидрохимический и гидробиологический анализы проводились в интегральной пробе, отражающей средний состав озерной воды, а в апреле анализировалась вода с поверхностных, срединных и придонных слоев. Как следует из представленных в табл. 3.1.1 данных, прозрачность воды в оз. Нарочь во время осеннеей гомотермии была равна 7,7 м, а содержание растворенного в воде кислорода распределено по столбу воды равномерно при довольно низком насыщении (около 83 %).

Таблица 3.1.1

**Прозрачность воды, температурный и кислородный режимы
в Нарочанских озерах в осенне-зимний период 2012–2013 гг.**

Дата	Прозрачность, м	Горизонт, м	Температура, °С	Растворенный в воде кислород	
				мг/л	насыщение, процент
Озеро Нарочь, Буй-1					
13.11.2012	7,7	0,5	5,8	10,38	82,9
		3,0	5,8	10,41	83,1
		6,0	5,8	10,53	84,1
		8,0	5,8	10,38	82,9
		12,0	5,8	10,38	82,9
		16,0	5,8	10,36	82,6
01.04.2013	8,0	0,5	0,4	14,69	101,4
		3,0	0,5	14,35	99,3
		6,0	0,9	12,77	89,3
		8,0	1,1	12,00	84,5
		12,0	1,9	8,92	64,2
		16,0	3,2	2,37	17,6
Озеро Баторино, пелагиаль					
02.04.2013	3,7	0,5	1,3	6,41	45,4
		3,0	3,0	2,24	16,6
		4,7	4,2	0,58	4,5

Дата	Прозрачность, м	Горизонт, м	Температура, °С	Растворенный в воде кислород	
				мг/л	насыщение, процент
Озеро Мистро, пелагиаль					
04.04.2013	5,7	0,5	1,2	11,70	82,5
		4,0	1,9	9,07	65,3
		7,0	3,2	5,41	40,3
		9,0	4,2	1,57	12,0

Зима 2012–2013 гг. отличалась экстремально низкими температурами и большим количеством атмосферных осадков (см. раздел 1). Это привело к формированию на озерах мощного снежно-ледового покрова. По нашим наблюдениям в начале апреля толщина «коренного» льда, покрытого сверху вторично образованным льдом («снежник») и снегом толщиной в среднем около 20 см каждый, на Нарочанских озерах достигала 50–60 см. Погодные условия конца марта и первой половины апреля позволяли прогнозировать более поздние, чем обычно, сроки вскрытия озера.

Малый плес встал, по нашим данным, 16–17.12.2012 г. Вскрытие Малого плеса оз. Нарочь ото льда произошло 27–28.04.2013 г., т. е. подледный период длился примерно 132 суток и оказался в ряду самых продолжительных периодов за последние годы, как указано в табл. 3.1.2.

Таблица 3.1.2

Сроки и продолжительность ледостава в оз. Нарочь в 2005–2013 гг.

Годы	Начало ледостава	Окончание ледостава	Продолжительность ледостава, сутки
2005–2006	19.12.05	28.04.06	130
2006–2007	25.01.07	26.03.07	60
2007–2008	01.01.08	15.03.08	74
2008–2009	29.12.08	14.04.09	106
2009–2010	15.12.09	18.04.10	124
2010–2011	09.12.10	20.04.11	132
2011–2012	17.01.12	09.04.12	83
2012–2013	16–17.12.12	27–28.04.13	132

Напомним основные закономерности кислородного режима в озерах в подледный период в связи с особенностями зимнего сезона данного года. Канун ледостава при переходе через состояние наибольшей плотности воды при температуре 4 °С и последующем охлаждении поверхностного слоя вплоть до замерзания характеризуется близким к равномерным по всей водной толще распределением температуры и растворенного в воде кислорода. Содержание растворенного в воде кислорода накануне ледостава составляет около 100 % насыщения. В дальнейшем за счет экзотермических процессов деструкции органических веществ в водной толще и главным образом в донных отложениях формируется обратная термическая стратификация с максимальными значениями температуры в придонном слое в конце подледного периода. В это же время постепенно формируется кислородная дихотомия (расслоение). При этом в поверхностном слое за счет подледного фотосинтеза может происходить заметное увеличение концентрации растворенного в воде кислорода, тогда как

в водной толще в целом, главным образом за счет придонного слоя, происходит исчерпание кислорода, вплоть до развития аноксичной (бескислородной) зоны. Максимальный градиент концентрации между поверхностным и придонным слоями наблюдается в конце сезона. После вскрытия озер ото льда и полного весеннего перемешивания при температуре 4 °C вода вновь насыщается кислородом до величин, близких к 100 %.

При условиях незначительного снежного покрова на прозрачном льду в конце подледного периода обычно происходит довольно интенсивное развитие фитопланктона (микроскопических криптофитовых и золотистых водорослей, раздел 4.12) и в результате их фотосинтеза подповерхностные слои озерной воды, куда проникает достаточно света, обогащаются кислородом. В условиях нынешней зимы этот процесс был либо минимален, либо отсутствовал вообще из-за световой лимитации развития водорослей. Это усугубило обстановку с обеспечением кислородом гидробионтов, главным образом рыб.

В начале апреля в оз. Нарочь градиент температуры в столбе воды составил от 0,4 °C в подповерхностном слое до 3,2 °C в придонном слое. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от примерно 14,5 мг/л в верхнем 3-метровом слое, закономерно снижаясь до 12,8–12,0 на глубине 6–8 м, 8,9 мг/л на глубине 12 м и 2,4 мг/л в придонном слое (от 101 % насыщения в подповерхностном слое до 18 % в придонном).

В оз. Мястро в это время температура в подповерхностном и придонном слоях была равна соответственно 1,2 и 4,2 °C. Содержание растворенного в воде кислорода в 7-метровой толще воды уменьшалось от 11,7 до 5,4 мг/л, резко снижаясь в придонном слое на глубине 9 м до 1,57 мг/л (12 % насыщения).

Наиболее напряженным кислородный режим был в оз. Баторино, в котором при разности температуры от 1,3 °C в подповерхностном слое до 4,2 °C на глубине 5 м содержание растворенного в воде кислорода в верхнем слое составило всего 6,4 мг/л (45 % насыщения), снизившись до 2,2 мг/л в середине водного столба и 0,6 мг/л в придонном слое (соответственно 17 и 4,5 % насыщения). Насколько ситуация нынешней зимы выходит за рамки обычной, показано на рис. 1. Как следует из представленных данных, кислородный режим в оз. Баторино в текущем году был существенно напряженней, чем в предыдущие годы.

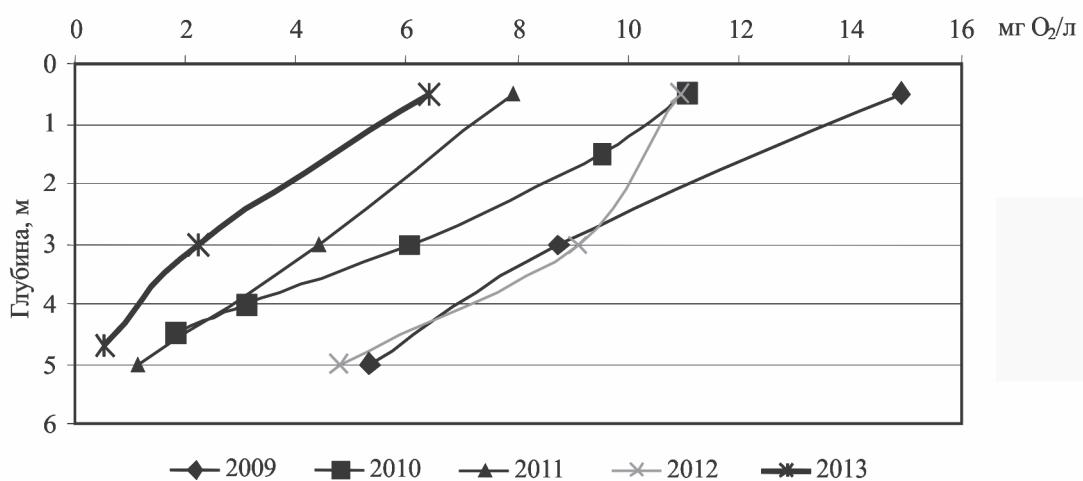


Рис. 1. Концентрация растворенного в воде кислорода в воде оз. Баторино в конце подледного периода (2009–2013)

После вскрытия озер ото льда и полного весеннего перемешивания вода вновь насыщается кислородом до величин, близких к 100 %.

3.2. Режим взвешенных, органических и биогенных веществ

Концентрацию взвешенных веществ в озерах Нарочь и Мястро измеряли по результатам сбора взвеси на ядерных фильтрах с диаметром 1,5 мкм (принятый нами стандарт в многолетнем мониторинге). В оз. Баторино взвесь собирали на фильтрах с диаметром пор 0,4 и 1,5 мкм. Содержание хлорофилла *a* во всех озерах определяли на двух типах фильтров. Разность полученных величин отражает содержание мелкодисперсной фракции в общем количестве сестона и его хлорофиллсодержащей компоненты. Как следует из данных, представленных в табл. 3.2.1, концентрация взвешенных веществ в оз. Нарочь снижалась от 0,69 мг/л во время осеннего перемешивания до 0,19–0,41 мг/л во вторую половину подледного периода. Одновременно снизилось и абсолютное содержание хлорофилла *a* от 0,99 мкг/л в интегральной пробе до 0,50–0,15 мкг/л в столбе воды до 8 м. Относительное количество пигмента в сухой массе сестона снизилось менее значительно от 0,14 до 0,12–0,08 %.

Таблица 3.2.1

**Гидроэкологические параметры воды Нарочанских озер
в осенне-зимний период 2012–2013 гг.**

Озеро Нарочь, Малый плес (Буй-1)					
Показатель	Дата/горизонт				
	13.11.2012		01.04.2013		
	интегральная проба		0,5 м	8 м	16 м
Сестон, мг/л*	0,69		0,41	0,19	н
Хлорофилл, мкг/л *	0,99		0,50	0,15	н
доля в сестоне, %	0,14		0,12	0,08	н
БПК ₁ , мг О ₂ /л	0,16		0,05	0,04	0,05
БПК ₅ , мг О ₂ /л	0,51		0,72	0,31	0,89
Органический углерод общий, мг С/л	6,22		7,14	4,99	5,24
Общий азот, мг N/л	1,520		1,301	1,195	1,650
Органический азот, мг N/л	1,408		1,227	1,120	1,182
Сумма минеральных форм азота, мг N/л	0,112		0,074	0,075	0,468
Аммонийный азот, мг N/л	0,043		0,037	0,035	0,374
Нитратный азот, мг N/л	0,069		0,035	0,039	0,089
Нитритный азот, мг N/л	0,000		0,002	0,001	0,005
Общий фосфор, мг Р/л	0,007		0,011	0,010	0,018
Фосфаты, мг Р/л	0,003		0,002	0,003	0,005
pH	8,02		7,93	8,32	7,87
Электропроводность, мкСм	252		364	375	504
Озеро Мястро, пелагиаль					
Показатель	Дата				
	04.04.2013				
	0,5 м	4 м	8,5 м		
Сестон, мг/л*	0,63	0,21	0,44		
Хлорофилл, мкг/л *	0,50	0,43	0,23		
доля в сестоне, %	0,08	0,20	0,05		
БПК ₁ , мг О ₂ /л	0,09	0,08	0,03		
БПК ₅ , мг О ₂ /л	0,49	0,34	0,30		

Окончание табл. 3.2.1

Озеро Мястро, пелагиаль			
Показатель	Дата		
	04.04.2013		
	0,5 м	4 м	8,5 м
Органический углерод общий, мг С/л	8,96	8,16	8,16
Общий азот, мг N/л	1,652	1,383	1,782
Органический азот, мг N/л	1,342	1,049	1,203
Сумма минеральных форм азота, мг N/л	0,310	0,334	0,579
Аммонийный азот, мг N/л	0,089	0,061	0,088
Нитратный азот, мг N/л	0,220	0,271	0,489
Нитритный азот, мг N/л	0,001	0,002	0,002
Общий фосфор, мг P/л	0,023	0,023	0,022
Фосфаты, мг P/л	0,008	0,010	0,012
pH	8,24	7,86	7,78
Электропроводность, мкСм	475	387	380
Озеро Баторино, пелагиаль			
Показатель	Дата		
	02.04.2013		
	0,5 м	3 м	4,7 м
Сестон, мг/л (1,5 мкм)*	0,80	0,44	0,64
Сестон, мг/л (0,4 мкм)**	0,86	0,67	0,87
Хлорофилл, мкг/л *	0,39	0,18	0,17
доля в сестоне, %	0,05	0,04	0,03
Хлорофилл, мкг/л **	0,95	0,43	0,32
доля в сестоне, %	0,11	0,06	0,04
БПК ₁ , мг О ₂ /л	0,18	0,24	0,22
БПК ₅ , мг О ₂ /л	1,26	1,46	1,35
Органический углерод общий, мг С/л	10,55	10,10	13,88
Общий азот, мг N/л	1,465	2,066	2,273
Органический азот, мг N/л	0,411	0,782	1,434
Сумма минеральных форм азота, мг N/л	1,054	1,284	0,839
Аммонийный азот, мг N/л	0,620	0,385	0,303
Нитратный азот, мг N/л	0,432	0,898	0,531
Нитритный азот, мг N/л	0,002	0,001	0,005
Общий фосфор, мг P/л	0,014	0,015	0,016
Фосфаты, мг P/л	0,002	0,003	0,002
pH	7,88	7,90	7,81
Электропроводность, мкСм	522	538	767

П р и м е ч а н и е . Здесь и далее н – отсутствие определения; * – на фильтре с диаметром пор 1,5 мкм, ** – на фильтре с диаметром пор 0,4 мкм.

Во второй половине подледного периода распределение концентрации взвеси и содержания хлорофилла (на фильтрах 1,5 мкм) по глубине водного слоя в озерах Мястро и Баторино имело общий характер. В соответствии с трофическим статусом более высокие концентрации сестона – 0,44–0,80 мг/л наблюдались в оз. Баторино против 0,21–0,63 мг/л в оз. Мястро. Максимальные величины были приурочены к поверхностному слою, минимальные к середине водного столба. Доля мелкоразмерной фракции сестона в оз. Баторино в поверхностном слое составляла около 7 %, с более высокими значениями в середине

водного столба (34 %) и придонном слое (26 %). Абсолютное содержание хлорофилла *a* во взвеси, собранной на фильтрах с диаметром пор 1,5 мкм, оказалось в оз. Мястро выше, чем в оз. Баторино (0,50–0,23 мкг/л против 0,39–0,17 мкг/л), имея сходный характер распределения по глубине водного столба – от максимума у поверхности и минимума в придонном слое. Более высоким в оз. Мястро (0,20–0,03 % против 0,05–0,03 %) было и относительное содержание пигмента в сухой массе сестона с максимальным значением (0,20 %) в середине водного столба. Доля мелкодисперсной фракции хлорофиллсодержащей взвеси в общем ее содержании в подледный период во всех озерах превысила 50 %. Существенных различий по глубине водного столба каждого из озер и между озерами не наблюдалось. Среднее значение данного показателя в оз. Нарочь составило $69,4 \pm 6,1$ %, в озерах Мястро и Баторино соответственно $59,8 \pm 11,0$ % и $55,7 \pm 5,0$ %.

В воде оз. Нарочь концентрация органического вещества в интегральной пробе воды в осенний период была близка к 6 мг С/л, зимой минимальные значения наблюдались в среднем слое (около 5 мг С/л), а максимальные (7,1 мг С/л) – в поверхностном. Такое же вертикальное распределение наблюдалось для органических форм азота и фосфора, доминирующих в общем пуле биогенных элементов. Так, при общем содержании азота в осенне-зимний период, равном 1,20–1,65 мг N/л, на долю органического азота приходится около 94 %, за исключением придонного слоя, где его относительная доля снижается до 72 %. В осенне время в сумме минеральных форм доминирует нитратная (соотношение аммонийного и нитратного азота равно 0,6), а в зимнее время при примерно равном соотношении указанных форм азота в основной водной массе в придонном слое доминирует аммонийный азот (соотношение равно 4,2). Нитритная форма азота в общем пуле невелика. Для всех форм минерального азота в зимний период характерно их накопление в придонном слое. Общее содержание фосфора при обычных колебаниях около 0,010 мг Р/л, в придонном слое возрастает вдвое. Увеличение в течение зимы минерализации воды в целом и особенно придонного слоя подтверждается величинами электропроводности, возрастающей от 252 мкС/см в осенне время и далее зимой по столбу воды от 364 мкС/см в поверхностном слое до 375 мкС/см в середине водного столба и до 504 мкС/см в придонном слое. Активная реакция среды, как правило, слабощелочная (8,0–8,3), в придонном слое несколько снижается (7,9). Скорость биохимического потребления кислорода в расчете на 1 сутки (БПК₁) в воде оз. Нарочь была максимальна в осенне время и минимальна в подледный период (соответственно 0,16 и 0,04–0,05 мг О₂/л). При экспозиции в течение 5 суток (БПК₅) эта величина в осенне время составила 0,51 мг О₂/л, при колебаниях в пределах 0,31–0,89 мг О₂/л в зимнее время с минимальными значениями в середине водного столба.

В воде оз. Мястро концентрация органического вещества и общих форм азота во вторую половину подледного периода составила соответственно 8,2–9,0 мг С/л; 1,38–1,65 мг N/л. В общем запасе соединений азота преобладали органические соединения, закономерно снижаясь с глубиной от 81 % в поверхностном слое до 76 % в середине водного столба и до 68 % в придонном слое. Концентрация минеральных форм азота возрастила от поверхности ко дну, составив на трех горизонтах соответственно 0,310; 0,334 и 0,579 мг N/л. В сумме минеральных форм преобладал нитратный азот (соотношение аммонийного и нитратного азота равно соответственно 0,40; 0,23 и 0,18). Содержание нитритного азота на всех горизонтах близко к нижнему порогу определения. Колебания общего содержания фосфора в столбе воды не выявлены, но в оз. Мястро, единственном в ряду рассматриваемых озер, обнаруживаются аналитически значимые концентрации фосфатного фосфора, возрастающие по столбу воды от 0,008 до 0,010 и 0,012 мг Р/л при общем содержании фосфора 0,022–0,023 мг Р/л. В этом озере, в отличие от озер Нарочь и Баторино, самые высокие величины электропроводности зарегистрированы не в придонном слое, а в поверхностном, что возможно как в результате подтока с водосбора, так и артефактом определения. Повышенные величины pH в поверхностном слое по сравнению с остальной водной массой

(8,24 против 7,86–7,78), а также скоростей биохимического потребления кислорода (0,09 против 0,03–0,08 мг О₂/л для БПК₁ и 0,49 против 0,30–0,34 мг О₂/л для БПК₅) могут свидетельствовать о начавшемся развитии фитопланктона в поверхностном слое воды.

В наиболее трофном в ряду оз. Баторино концентрация в воде органического вещества в конце подледного периода составляла 10,1–13,9 мг С/л с максимальными значениями в придонном слое. В запасе общего азота, концентрации которого возрастают от 1,47 мг N/л в поверхностном слое до 2,07 мг N/л в середине водного столба и до 2,27 мг N/л в придонном слое, органическая компонента, в отличие от двух рассмотренных выше озер, не являлась преобладающей и составляла на трех горизонтах соответственно 28, 38 и 63 %. Также не наблюдалось вертикального нарастания минерального азота, концентрация которого изменялась в столбе воды от 0,84 до 1,28 мг N/л. В поверхностном слое в сумме минеральных форм преобладал аммонийный азот, в толще воды и придонном слое – нитратный (отношение аммонийного азота к нитратному составило соответственно 1,4; 0,4 и 0,6). Концентрация нитритного азота была невысока и только в придонном слое достигала 0,005 мг N/л. Колебания концентрации общего фосфора в столбе воды были невелики – 0,014–0,016 мг Р/л. Не наблюдалось выраженной вертикальной динамики и для таких показателей, как величина pH (7,81–7,90), БПК₁ (0,18–0,24 мг О₂/л) и БПК₅ (1,26–1,46 мг О₂/л). В то же время уровень электропроводности, отражающий общую минерализацию воды, закономерно увеличивался от 522 мкС/см в поверхностном слое до 538 мкС/см в толще воды и до 767 мкС/см в придонном слое.

В целом гидрохимический режим Нарочанских озер в подледный период 2012–2013 гг. был близок к среднему многолетнему, за исключением более напряженного кислородного режима, особенно в оз. Баторино.

3.3. Фитопланктон

Изучение видового состава и степени развития фитопланктона всех трех озер в осенне-зимний период текущего года проводили в те же сроки, что и физико-химических и других гидроэкологических показателей, а именно в период осенней гомотермии (середина ноября) при температуре воды по всему водному столбу, равной 5,8 °С, а также в пелагической зоне в начале апреля при сформировавшейся во время подледного периода обратной стратификации водной массы (см. раздел 3.1) с использованием стандартных методов, применяемых нами на протяжении многих лет и неоднократно цитировавшихся в наших публикациях.

В указанные выше сроки наблюдений 2012–2013 гг. видовой состав фитопланктона озер был представлен меньшим числом представителей, чем в осенне-зимний период 2011–2012 гг.: в оз. Нарочь – 15 (против 35), в оз. Мястро – 11 (против 18), в оз. Баторино – 10 (против 30) видами (табл. 3.3.1). Возможно, это связано с экстремально низкими, по сравнению с 2011–2012 гг., температурами и большим количеством атмосферных осадков (см. раздел 1), результатом выпадения которых было формирование на озерах мощного снежно-ледового покрова.

Таблица 3.3.1

Число видов в разных отделах водорослей, обнаруженных в осенне-зимний период в фитопланктоне Нарочанских озер

Отделы водорослей	Озеро Нарочь	Озеро Мястро	Озеро Баторино
Синезеленые (= цианобактерии)	2	0	0
Криптофитовые	4	4	4
Динофитовые	2	1	1
Золотистые	2	1	2
Диатомовые	3	3	1

Окончание табл. 3.3.1

Отделы водорослей	Озеро Нарочь	Озеро Мястро	Озеро Баторино
Эвгленовые	0	0	0
Желтозеленые	0	0	0
Зеленые:	2	2	2
вольвоксовые	1	0	1
хлорококковые	1	2	1
десмидиевые	0	0	0
ВСЕГО	15	11	10

Как следует из табл. 3.3.1, во всех озерах больше, чем представителей других отделов, отмечено криптомонад (по 4 вида).

В таблице 3.3.2 представлена степень участия доминирующих в осенне-зимний период 2012–2013 гг. видов фитопланктона в общей их численности и биомассе.

Таблица 3.3.2

Доминирующий комплекс видов фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино в осенне-зимний период 2012–2013 гг.

Дата, глубина	Виды-доминанты по численности организмов	%	Виды-доминанты по биомассе	%
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1				
Накануне ледостава				
13.11.2012, интегральная	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidialis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas lens</i>	77,8 6,2 6,2	<i>Cryptomonas curvata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Synedra ulna</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Rhodomonas lens</i>	31,5 25,5 17,1 12,7 6,1
Ледостав				
01.04.2013, поверхность	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidialis peritaphrena</i> <i>Dichotomococcus curvatus</i>	35,6 34,6 18,3 5,8	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chlamydomonas sp.</i>	63,6 20,6 6,0
8,0 м	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Anabaena lemmermannii</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	44,2 44,2 5,5 5,5	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Anabaena lemmermannii</i>	40,6 34,9 13,5 6,5
16,0 м	<i>Woloszynskia ordinata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i>	32,9 32,9 32,9	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Woloszynskia ordinata</i>	68,1 27,5
Озеро Мястро				
Ледостав				
04.04.2013, поверхность	<i>Chrysidialis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella sp.</i>	46,2 23,6 18,9	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Cryptomonas ovata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Woloszynskia ordinata</i> <i>Chrysidialis peritaphrena</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	21,0 20,0 17,5 16,4 15,4 9,2
4,0 м	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidialis peritaphrena</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Rhodomonas lens</i>	32,0 32,0 15,1 13,2 7,5	<i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Chrysidialis peritaphrena</i>	52,9 17,0 12,0 10,5 7,7

Окончание табл. 3.3.2

Дата, глубина	Виды-доминанты по численности организмов	%	Виды-доминанты по биомассе	%
8,5 м	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Dictyosphaerium pulchellum var. nanum</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	58,4 16,7 8,3 8,3 8,3	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella sp.</i>	45,0 35,6 15,3
Озеро Баторино				
Ледостав				
02.04.2013 поверхность	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	70,7 20,2	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Cryptomonas ovata</i>	34,2 21,4 18,5 10,5 10,3
3,0 м	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Woloszynskia ordinata</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Ankistrodesmus minutissimus</i>	52,6 26,3 5,3 5,3 5,3 5,3	<i>Woloszynskia ordinata</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	76,3 7,5 7,0 6,6
4,7 м	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas ovata</i>	50,0 50,0	<i>Cryptomonas ovata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	85,9 15,4

Как можно видеть, и накануне ледостава, и в период ледостава основная доля и в численности, и в биомассе принадлежала в оз. Нарочь мелкоклеточным представителям криптофитовых: *Rhodomonas pusilla* (больше в канун ледостава), *Rh. lens* (больше в период ледостава) и *Cryptomonas curvata*. В более глубоких слоях озера (на 16 м) доминировали представительница динофитовых – *Woloszynskia ordinata* и диатомовых – *Cyclotella meneghiniana*. В оз. Мястро наряду с криптофитовыми доминировал представитель золотистых *Chrysidalis peritaphrena*, который в оз. Баторино занимал первое место и по численности, и по биомассе во всей толще воды, и только на глубине 4,7 м лидирующие позиции были за криптомонадами (*Rh. pusilla* и *Cryptomonas ovata*).

Долевой вклад основных отделов водорослей в общую их численность и биомассу в озерах в осенне-зимний период приведен в табл. 3.3.3.

Таблица 3.3.3

Абсолютные значения показателей количественного развития общего фитопланктона и долевой вклад (в %) основных отделов водорослей в общую их численность и биомассу в озерах Нарочь, Мястро, Баторино в 2012–2013 гг. накануне ледостава, в период ледостава

Дата	Общие величины	Долевой вклад (%)						
		сине-зеленых	криптофитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих	
Численность организмов, млн/л								
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1								
Накануне ледостава								
13.11.2012, интегральная	1,12	1,6	90,2	6,2	0,4	0,0	0,0	

Продолжение табл. 3.3.3

Дата	Общие величины	Долевой вклад (%)					
		сине-зеленых	криптофитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
Ледостав							
01.04.2013, поверхность	1,04	0,0	70,2	19,2	0,0	9,6	1,0
8,0 м	0,15	5,5	94,0	0,0	0,0	0,0	0,4
16,0 м	0,03	0,0	32,9	0,0	32,9	0,0	32,9
Озеро Мястро							
Ледостав							
04.04.2013, поверхность	0,87	0,0	29,2	46,2	18,9	3,8	1,9
4,0 м	0,55	0,0	54,7	32,0	13,2	0,0	0,0
8,5 м	0,13	0,0	58,4	8,3	25,2	8,3	0,0
Озеро Баторино							
Ледостав							
02.04.2013, поверхность	1,10	0,0	25,3	71,7	2,0	1,0	0,0
3,0 м	0,15	0,0	31,5	52,6	5,3	5,3	5,3
4,7 м	0,03	0,0	100,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Численность клеток, млн/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
Накануне ледостава							
13.11.2012, интегральная	18,62	94,0	5,5	0,4	0,1	0,0	0,0
Ледостав							
01.04.2013, поверхность	1,16	0,0	62,9	17,2	0,0	19,0	0,9
8,0 м	0,20	29,0	70,5	0,0	0,0	0,0	0,3
16,0 м	0,03	0,0	32,9	0,0	32,9	0,0	32,9
Озеро Мястро							
Ледостав							
04.04.2013, поверхность	0,92	0,0	27,7	43,8	17,9	8,9	1,8
4,0 м	0,55	0,0	54,7	32,0	13,2	0,0	0,0
8,5 м	0,21	0,0	36,6	5,2	16,4	41,9	0,0
Озеро Баторино							
Ледостав							
02.04.2013, поверхность	1,10	0,0	25,3	71,7	2,0	1,0	0,0
3,0 м	0,15	0,0	31,5	52,6	5,3	5,3	5,3
4,7 м	0,03	0,0	100,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Биомасса, мг/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
Накануне ледостава							
13.11.2012, интегральная	0,69	12,7	65,1	0,9	18,1	0,0	0,0

Дата	Общие величины	Долевой вклад (%)					
		сине-зеленых	криптофитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
Ледостав							
01.04.2013, поверхность	0,35	0,0	84,2	5,2	0,0	6,5	4,0
8,0 м	0,10	6,5	89,0	0,0	0,0	0,0	4,7
16,0 м	0,05	0,0	4,3	0,0	68,1	0,0	27,5
Озеро Мястро							
Ледостав							
04.04.2013, поверхность	0,23	0,0	46,7	15,4	21,0	0,3	16,4
4,0 м	0,21	0,0	81,9	7,7	10,5	0,0	0,0
8,5 м	0,04	0,0	35,6	2,3	62,2	1,0	0,0
Озеро Баторино							
Ледостав							
02.04.2013, поверхность	0,20	0,0	60,7	34,7	1,1	3,4	0,0
3,0 м	0,10	0,0	14,2	7,0	1,9	0,5	76,3
4,7 м	0,02	0,0	101,3	0,0	0,0	0,0	0,0

Как правило, в осенне-зимний сезон 2012–2013 гг. общие показатели количественного развития фитопланктона во всех трех озерах были ниже, чем в предыдущий год, за исключением существенно более высокой численности клеток в оз. Нарочь в интегральной пробе, отобранной накануне ледостава (18,62 млн/л), за счет колониальной мелкоклеточной представительницы цианобактерий *Aphanthece clathrata*.

Отчетливо просматривается снижение с глубиной в трех озерах всех показателей количественного развития общего фитопланктона, что, вероятно, объясняется световой лимитацией развития водорослей в связи с названными выше особенностями ледового покрытия озер в текущем году.

3.4. Зоопланктон

Видовой состав зоопланктона в озерах Нарочь, Мястро и Баторино в подледный период представлен в табл. 3.4.1.

Таблица 3.4.1

Видовой состав зоопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино (подледный период)

Вид	Нарочь	Мястро	Баторино
Cladocera			
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)	+	-	+
<i>Bosmina coregoni</i> (Baird, 1857)	+	-	-
<i>B. longirostris</i> (O. F. Müller, 1785)	+	+	+
<i>B. crassicornis</i> (P. E. Müller, 1867)	-	+	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1785)	+	+	-
<i>Daphnia cristata</i> (Sars, 1862)	+	-	+
<i>D. cuculata</i> (Sars, 1862)	+	+	+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	+

Окончание табл. 3.4.1

Вид	Нарочь	Мястро	Баторино
Copepoda			
<i>Cyclops</i> (Müller, 1776) sp.	+	+	+
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljebord, 1888)	+	+	+
Rotifera			
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	+	-	-
<i>Filinia</i> (Bory de St. Vincent, 1824) sp.	-	-	+
<i>Kellicottia longispina</i>	-	-	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+
<i>K. quadrata</i> (Müller, 1786)	-	-	+
<i>Synchaeta</i> (Ehrenberg, 1832) sp.	+	+	+

Состав зоопланктона Нарочанских озер в подледный период был представлен 17 видами. Из них 12 видов обнаружено в оз. Нарочь, 9 – в оз. Мястро и 14 – в оз. Баторино. Общими для трех озер являлись *B. longirostris*, *D. cuculata*, *Cyclops* sp., *E. graciloides*, *A. priodonta*, *K. cochlearis* и *Synchaeta* sp. Только в оз. Нарочь отмечены *Bosmina coregoni*, *Conochilus unicornis*, только в оз. Баторино – *Diaphanosoma brachyurum*, *Filinia* sp., *Kellicottia longispina* и *K. quadrata*.

Показатели численности и биомассы зоопланктона в Нарочанских озерах в подледный период представлены в табл. 3.4.2.

Таблица 3.4.2

Численность (N, тыс. экз/м³) и биомасса (B, г/м³) зоопланктона (подледный период)

Дата	Горизонт, м	Cladocera		Copepoda		Rotifera		Суммарная	
		N	B	N	B	N	B	N	B
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1									
01.04	1,0	0,3	0,001	9,9	0,14	5,4	0,010	15,6	0,152
	8,0	0,0	0,000	5,5	0,04	2,4	0,005	7,9	0,049
	16,0	1,9	0,010	27,2	0,40	2,9	0,004	32,0	0,416
Озеро Мястро									
04.04	1,0	1,3	0,006	23,6	0,15	6,0	0,013	30,9	0,170
	4,0	0,0	0,000	35,0	0,38	3,7	0,003	38,7	0,383
	8,5	0,4	0,002	23,6	0,27	2,4	0,001	26,4	0,277
Озеро Баторино									
02.04	1,0	0,6	0,003	24,2	0,20	6,9	0,007	31,7	0,210
	3,0	6,3	0,040	50,9	0,81	15,0	0,022	72,2	0,872
	4,7	8,8	0,043	49,3	0,66	13,5	0,009	71,6	0,715

Подледный период в целом характеризуется низкими показателями суммарной численности и биомассы зоопланктона в рассматриваемых озерах. Наибольшая численность зоопланктона была отмечена в оз. Баторино.

Распределение доминирующих групп зоопланктона по численности и биомассе на протяжении подледного периода исследований представлено в табл. 3.4.3.

Таблица 3.4.3

Доля отдельных групп (%) в общей численности (N) и биомассе (B) зоопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино (подледный период)

Дата	Горизонт, м	Cladocera		Copepoda		Rotifera	
		N	B	N	B	N	B
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
01.04	1,0	1,9	1,3	63,5	92,1	34,6	6,6
	8,0	0	0	69,6	88,9	30,4	11,1
	16,0	5,9	2,9	85,0	96,1	9,1	1,0
Озеро Мястро							
04.04	1,0	4,2	0,2	76,4	92,3	19,4	7,5
	4,0	0	0	90,4	99,2	9,6	0,8
	8,5	1,5	2,1	89,4	97,5	9,1	0,4
Озеро Баторино							
02.04	1,0	1,9	1,5	76,3	95,2	21,8	3,3
	3,0	8,7	4,7	70,5	92,8	20,8	2,5
	4,7	12,2	6,4	68,9	92,3	18,9	1,3

Наибольший вклад в общую численность и биомассу зоопланктона в озерах Нарочь, Мястро и Баторино вносили представители подкласса Copepoda.

3.5. Бактериопланктон

Исследование бактериального сообщества в подледный период (апрель 2013 г.) проводили на пелагических станциях Малого плеса оз. Нарочь, озер Мястро и Баторино. Пролегло вертикальное его распределение. Полученные данные представлены в табл. 3.5.1.

Таблица 3.5.1

Численность, биомасса бактерий и их морфометрические параметры в озерах Нарочанской группы в зимний период

Дата	Горизонт, м	Численность, млн кл/мл		Площадь поверхности клетки, мкм ²		Отношение длины к ширине		Длина клетки, мкм	
		X	± SD	X	± SD	X	± SD	X	± SD
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1									
01.04	0,5	0,63	0,16	0,22	0,05	1,30	0,14	0,59	0,08
	8,0	0,86	0,16	0,21	0,08	1,33	0,12	0,60	0,10
	16,0	1,25	0,30	0,28	0,07	1,33	0,10	0,69	0,09
	X ± SD	0,91 ± 0,31		0,24 ± 0,04		1,32 ± 0,02		0,63 ± 0,05	
Озеро Мястро									
04.04	0,5	1,26	0,29	0,25	0,06	1,26	0,07	0,62	0,09
	4,0	1,08	0,28	0,23	0,07	1,30	0,05	0,63	0,10
	8,5	1,64	0,26	0,22	0,04	1,25	0,04	0,60	0,05
	X ± SD	1,32 ± 0,29		0,23 ± 0,01		1,27 ± 0,02		0,62 ± 0,02	
Озеро Баторино									
02.04	0,5	0,58	0,16	0,25	0,07	1,47	0,16	0,71	0,09
	3,0	0,93	0,19	0,28	0,07	1,45	0,17	0,71	0,12
	4,7	1,12	0,26	0,29	0,06	1,40	0,11	0,72	0,10
	X ± SD	0,88 ± 0,27		0,27 ± 0,02		1,44 ± 0,04		0,71 ± 0,01	

Окончание табл. 3.5.1

Дата	Горизонт, м	Ширина, мкм		Диаметр, мкм		Периметр, мкм		Объем, мкм ³		Биомасса, мг/л	
		X	± SD	X	± SD	X	± SD	X	± SD	X	± SD
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1											
01.04	0,5	0,46	0,05	0,49	0,05	1,58	0,24	0,059	0,020	0,036	0,013
	8,0	0,44	0,09	0,50	0,07	1,58	0,30	0,062	0,034	0,052	0,026
	16,0	0,51	0,06	0,56	0,07	1,86	0,28	0,089	0,035	0,107	0,037
	X ± SD	0,47 ± 0,03		0,51 ± 0,04		1,67 ± 0,16		0,070 ± 0,017		0,065 ± 0,037	
Озеро Мястро											
04.04	0,5	0,49	0,06	0,52	0,06	1,71	0,23	0,072	0,028	0,091	0,043
	4,0	0,46	0,06	0,52	0,08	1,67	0,30	0,070	0,031	0,074	0,036
	8,5	0,47	0,04	0,49	0,03	1,61	0,16	0,061	0,014	0,100	0,030
	X ± SD	0,47 ± 0,02		0,51 ± 0,01		1,66 ± 0,05		0,068 ± 0,006		0,089 ± 0,013	
Озеро Баторино											
02.04	0,5	0,45	0,07	0,54	0,07	1,82	0,29	0,079	0,031	0,045	0,018
	3,0	0,49	0,05	0,56	0,08	1,90	0,31	0,089	0,037	0,084	0,040
	4,7	0,50	0,03	0,57	0,07	1,90	0,22	0,090	0,030	0,097	0,030
	X ± SD	0,48 ± 0,02		0,56 ± 0,01		1,87 ± 0,05		0,086 ± 0,006		0,075 ± 0,027	

В оз. Нарочь в апреле средняя численность бактериопланктона для столба воды составила $0,91 \pm 0,31$ млн кл/мл. Незначительно выше она была в оз. Мястро – $1,32 \pm 0,29$, а в оз. Баторино, напротив, ниже – $0,88 \pm 0,27$ млн кл/мл. Наибольшее количество бактерий во всех трех озерах находится у дна. Размерный спектр бактериопланктона представлен на рис. 2.

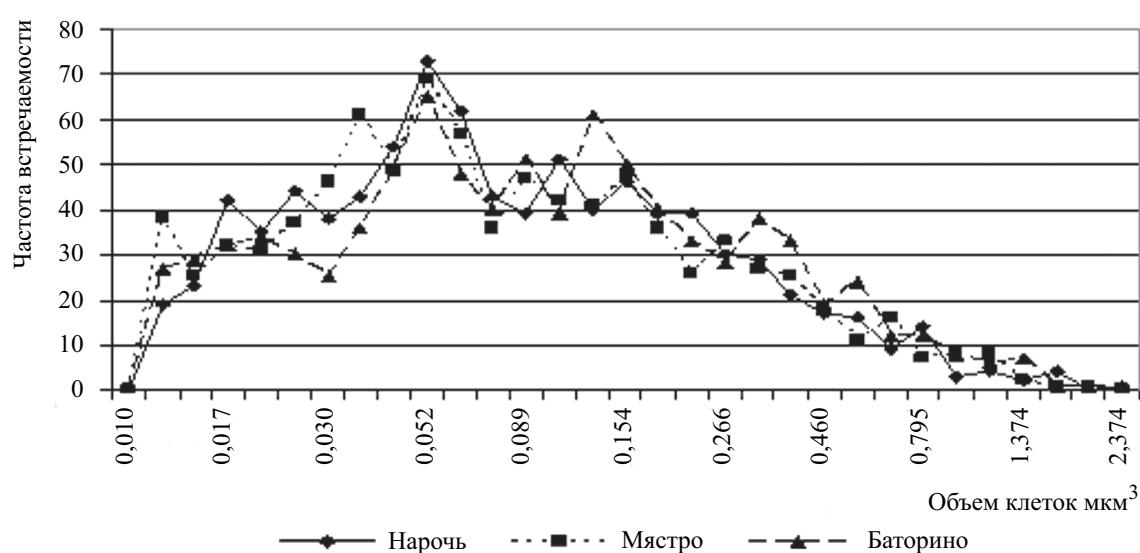


Рис.2. Частота встречаемости бактериальных клеток разного объема в озерах Нарочь, Мястро и Баторино (апрель, 2013 г.)

Размеры бактериальных клеток в зимний период колеблются в пределах от 0,01 до 2,37 мкм³. Клетки во всех озерах в основном мелкие, кокковидной формы. Наибольшее их количество находится в диапазоне 0,04–1,50 мкм³. Биомасса бактериопланктона в среднем для столба воды составляла $0,065 \pm 0,037$, $0,089 \pm 0,013$ и $0,075 \pm 0,027$ мг/л соответственно для озер Нарочь, Мястро и Баторино.

4. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В ВЕГЕТАЦИОННОМ СЕЗОНЕ 2013 ГОДА

Среднемесячные значения температуры воздуха в районе биостанции в апреле – октябре 2008–2013 гг. приведены на рис. 3. Температурный режим во время вегетационного сезона текущего года характеризовался более холодным апрелем и высокими значениями температуры в мае, июне и октябре по сравнению с предыдущими годами.

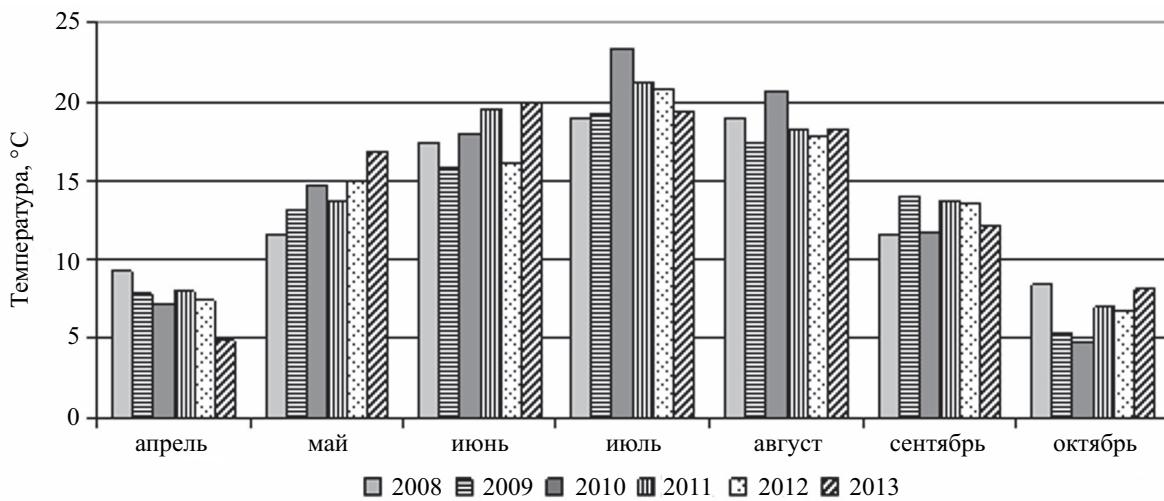


Рис. 3. Динамика среднемесячной температуры воздуха в апреле – октябре 2008–2013 гг.

4.1. Прозрачность воды

Средние для вегетационного сезона величины прозрачности воды составили $7,25 \pm 1,05$ м в Малом плесе оз. Нарочь, $6,97 \pm 1,04$ м (пределы колебаний 6,20–9,00 м) в Большом плесе, $4,28 \pm 1,01$ м (пределы колебаний 6,00–8,50 м) в оз. Мястро (пределы колебаний 3,30–5,70 м) и $1,46 \pm 0,31$ м в оз. Баторино (пределы колебаний 1,20–1,90 м). В озерах Нарочь и Мястро максимальные значения прозрачности наблюдались в июне, а минимальные – в начале и в конце сезона. В оз. Баторино, напротив, максимальные величины наблюдались в начале и в конце сезона, а минимальные – в середине сезона (табл. 4.1.1).

Таблица 4.1.1

Прозрачность воды (м) в озерах (вегетационный сезон 2013 г.)

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	6,60	9,00	8,00	6,70	6,20	7,00
Большой плес	6,30	8,50	8,00	6,80	6,20	6,00
Мястро	3,30	5,70	4,30	3,30	3,80	5,25
Баторино	1,80	1,20	1,25	1,20	1,40	1,90

Как свидетельствуют приведенные в табл. 4.1.2 данные, средние для вегетационного сезона 2012 и 2013 гг. величины прозрачности воды в озерах Нарочь и Мястро несколько превышали уровень предыдущих лет, а в оз. Баторино остались на уровне многолетних данных.

Таблица 4.1.2

**Среднесезонные величины прозрачности воды (м) в озерах в 2013 г.
в сравнении с многолетними данными за период 2001–2012 гг.**

Озеро	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$
Нарочь	6,42	0,72	7,02	0,87	6,53	1,03	7,37	1,42	7,11	1,01
Мястро	3,79	0,26	3,80	0,95	3,98	1,31	4,16	0,81	4,28	1,01
Баторино	1,14	0,22	1,47	0,42	1,56	0,65	1,25	0,30	1,46	0,31

П р и м е ч а н и е. Здесь и далее X – среднее; SD – стандартное отклонение, для оз. Нарочь среднее для двух станций наблюдений.

4.2 Температура воды

Температурный режим в текущем вегетационном сезоне в оз. Нарочь характеризовался крайне необычной особенностью, а именно устойчивой стратификацией водной массы в течение мая – августа в этом типичном полимиктическом озере. Во второй половине мая разность температуры между поверхностным и придонным слоями составляла около 12 °C. Далее при заметном выравнивании температуры до середины водной массы разность температуры между поверхностным и придонным слоями составила в июне и июле около 9–10 °C, в августе – около 6 °C. В конце вегетационного сезона (сентябрь – октябрь) наблюдалась гомотермия с постепенным уменьшением температуры от 14 до 10 °C по всему столбу воды.

В оз. Мястро температурная дихотомия наблюдалась до середины июля (температурный градиент между поверхностным и придонным слоями снижался от 11 °C в мае до 2 °C в августе), далее, включая октябрь, водная толща была практически гомотермна. В оз. Баторино термическое расслоение менее выражено и составило по разности температур между поверхностным и придонным слоями 5 и 3 °C в мае – июне, а в дальнейшем водная масса характеризовалась гомотермией и постепенным понижением температуры от 22 °C в июле до 10 °C в октябре (табл. 4.2.1).

Таблица 4.2.1

Температура воды (°C) в озерах (вегетационный сезон 2013 г.)

Озеро	Гори- зонт, м	Месяц					
		V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	0,5	18,3	19,1	21,0	19,9	14,3	10,0
	3,0	16,8	19,1	21,0	19,9	14,3	10,0
	6,0	10,5	16,4	21,0	19,8	14,3	10,0
	8,0	8,5	13,0	15,9	19,5	14,3	10,0
	12,0	7,4	10,4	12,2	16,6	14,3	10,0
	16,0	6,0	8,7	11,1	13,5	14,3	10,0

Озеро	Горизонт, м	Месяц					
		V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Большой плес	0,5	16,9	18,8	21,7	19,7	14,3	9,8
	3,0	13,0	18,8	21,7	19,7	14,3	9,8
	6,0	8,0	18,8	21,6	19,6	14,3	9,8
	8,0	7,6	14,0	16,9	19,6	14,3	9,8
	12,0	6,6	10,2	12,3	16,6	14,3	9,8
	16,0	5,7	9,6	11,0	13,8	14,3	9,8
Мястро, пелагиаль	0,5	20,7	21,3	22,7	21,1	16,1	10,6
	4,0	14,0	21,1	22,7	21,1	16,1	10,5
	7,0	10,2	16,2	18,5	20,1	16,1	10,4
	9,0	9,5	14,1	16,4	19,5	16,1	10,4
Баторино, пелагиаль	0,5	18,9	22,9	22,4	21,9	14,6	10,0
	3,0	17,9	21,4	22,4	21,9	14,5	10,0
	5,0	14,3	19,7	21,5	21,9	14,5	10,0

Среднемесячные величины температуры воды в поверхностном слое во всех трех озерах в текущем сезоне были несколько выше, чем в предыдущие годы. Более низкая среднесезонная температура в придонном слое оз. Нарочь, по сравнению с предыдущими сезонами, отражает необычно продолжительный период стратификации водной массы (табл. 4.2.2).

Таблица 4.2.2

**Среднесезонные величины температуры (°С) воды в озерах в 2013 г.
в сравнении с многолетними данными за период 2001–2012 гг.**

Озеро	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
Нарочь	15,5 13,1	0,6 0,4	16,2 13,6	4,3 3,0	16,8 11,8	4,4 3,2	16,5 13,8	3,1 4,3	17,0 10,7	4,0 3,0
Мястро	15,9 14,6	0,7 0,7	16,8 14,6	4,9 3,6	17,3 14,6	6,0 4,9	18,1 15,7	4,2 3,3	18,8 14,3	4,6 3,8
Баторино	16,0 15,1	1,0 1,0	16,6 15,5	5,3 4,4	17,2 15,6	6,7 6,0	17,9 17,0	4,1 3,6	18,5 17,0	5,2 4,8

П р и м е ч а н и е. В числителе – показатели для поверхностного слоя, в знаменателе – для придонного.

4.3. Растворенный в воде кислород

Необычно долгая стратификация водной массы озер в текущем сезоне отразилась и на кислородном режиме. В оз. Нарочь в начале вегетационного сезона на фоне значительного пересыщения практически всей водной толщи воды кислородом (до 120 %) в придонном слое отмечалась заметно более низкая концентрация растворенного в воде кислорода. Эта тенденция с постепенным снижением содержания во всей водной толще сохранялась до августа, когда кислородный режим оказался наиболее напряженным в течение сезона. В придонном слое концентрация кислорода снизилась до 2 мг О₂/л в Малом плесе и 4 мг О₂/л

в Большом плесе, что соответствует 19 и 37 % насыщения при данной температуре. В дальнейшем, при регулярном ветровом перемешивании содержание растворенного в воде кислорода выровнялось по всей водной толще с насыщением, близким к 90 %. Аналогичным был кислородный режим в оз. Мястро с минимальным содержанием кислорода в придонном слое в первой декаде июля (1,0 мг О₂/л, что соответствует 11 % насыщения). В оз. Баторино, согласно менее выраженной здесь стратификации водной массы, кислородный режим был менее напряженным (табл. 4.3.1).

Таблица 4.3.1

**Содержание кислорода (мг/л, процент насыщения) в толще воды в озерах
(вегетационный сезон 2013 г.)**

Показатель	Горизонт, м	Месяц					
		V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
Кислород, мг О ₂ /л	0,5	10,81	9,55	9,44	9,35	9,53	10,48
	3,0	12,01	9,49	9,52	9,26	9,53	10,48
	6,0	13,33	10,04	9,82	9,32	9,50	10,51
	8,0	13,74	10,71	10,09	9,13	9,50	10,51
	12,0	13,36	11,11	9,42	5,88	9,50	10,48
	15,5	10,26	9,46	7,01	1,98	9,39	10,39
Насыщение, %	0,5	115,8	103,9	106,7	103,4	93,6	93,0
	3,0	124,5	103,2	107,7	102,4	93,6	93,0
	6,0	119,7	103,2	111,1	102,9	93,3	93,3
	8,0	117,5	102,0	102,5	100,1	93,3	93,3
	12,0	111,2	99,5	88,0	60,7	93,3	93,0
	15,5	82,2	81,2	63,8	19,1	92,1	92,2
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
Кислород, мг О ₂ /л	0,5	11,28	9,49	9,05	8,89	9,36	10,47
	3,0	12,01	9,52	9,05	8,92	9,36	10,45
	6,0	13,42	9,52	9,17	8,89	9,34	10,45
	8,0	13,33	10,25	9,29	8,85	9,33	10,42
	12,0	12,80	10,68	9,55	6,69	9,33	10,51
	16,0	12,07	10,68	8,87	3,84	9,31	10,41
Насыщение, %	0,5	117,1	102,6	103,8	97,9	91,8	92,4
	3,0	114,4	102,9	103,8	98,2	91,8	92,2
	6,0	113,3	102,9	104,9	97,6	91,7	92,2
	8,0	111,5	99,9	96,4	97,3	91,5	92,0
	12,0	104,4	95,2	89,5	69,0	91,5	92,8
	16,0	96,1	93,8	80,7	37,2	91,4	91,8
Озеро Мястро, пелагиаль							
Кислород, мг О ₂ /л	0,5	11,91	9,53	8,69	8,05	8,84	10,50
	4,0	12,64	9,42	8,64	8,00	8,81	10,29
	7,0	10,88	4,56	3,91	6,33	8,80	9,65
	9,0	9,27	1,95	1,04	2,95	8,64	9,13

Окончание табл. 4.3.1

Показатель	Горизонт, м	Месяц					
		V	VI	VII	VIII	IX	X
Насыщение, %	0,5	133,8	108,4	101,6	91,3	90,3	94,5
	4,0	123,2	106,8	101,1	90,7	90,0	92,4
	7,0	97,0	46,6	42,1	70,3	89,9	86,5
	9,0	81,3	19,1	10,7	32,4	88,3	81,8
Озеро Баторино, пелагиаль							
Кислород, мг О ₂ /л	0,5	9,61	10,53	8,87	8,24	9,26	9,84
	3,0	9,79	9,90	8,90	8,24	9,24	9,88
	5,0	8,07	4,59	7,43	8,17	9,20	9,73
Насыщение, %	0,5	104,1	123,5	103,2	94,9	91,5	87,3
	3,0	103,8	112,9	103,5	94,9	91,1	87,6
	5,0	79,2	50,6	84,9	94,2	90,6	86,4

В целом кислородный режим в текущем сезоне, как следует из представленных в табл. 4.3.2 величин, был близок к средним многолетним параметрам.

Таблица 4.3.2

Среднесезонные величины насыщения воды кислородом (%) в озерах в 2013 г. в сравнении с многолетними данными за период 2001–2012 гг.

Озеро	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	X	± SD	X	± SD	X	± SD	X	± SD	X	± SD
Нарочь	<u>100,0</u> 74,1	<u>2,2</u> 5,3	<u>102,3</u> 80,4	<u>6,3</u> 26,4	<u>103,2</u> 66,9	<u>6,2</u> 35,7	<u>100,6</u> 84,0	<u>9,2</u> 19,5	<u>101,8</u> 76,8	<u>8,6</u> 24,7
Мястро	<u>99,9</u> 73,0	<u>3,4</u> 8,4	<u>101,1</u> 70,4	<u>10,9</u> 28,9	<u>104,9</u> 74,3	<u>11,7</u> 29,7	<u>100,4</u> 65,7	<u>13,3</u> 26,8	<u>103,3</u> 52,3	<u>16,4</u> 35,3
Баторино	<u>100,8</u> 84,1	<u>4,9</u> 7,6	<u>100,6</u> 89,8	<u>7,4</u> 17,6	<u>100,4</u> 76,4	<u>9,5</u> 27,5	<u>97,8</u> 84,3	<u>9,8</u> 11,8	<u>100,8</u> 81,0	<u>12,9</u> 15,8

П р и м е ч а н и е. В числителе – показатели для поверхностного слоя, в знаменателе – для придонного.

4.4. Концентрация водородных ионов (рН)

Активная реакция среды в Нарочанских озерах слабощелочная. В оз. Нарочь для вегетационного сезона показатель рН в воде равен в среднем $8,49 \pm 0,19$ (пределы колебаний 8,14–8,66) на станции наблюдений в Малом плесе и $8,51 \pm 0,08$ (пределы колебаний 8,41–8,60) – Большом, в воде оз. Мястро – $8,55 \pm 0,12$ (пределы колебаний 8,36–8,67) и в воде оз. Баторино – $8,64 \pm 0,16$ (пределы колебаний 8,37–8,80) (табл. 4.4.1).

Таблица 4.4.1

Концентрация водородных ионов (рН) в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2013 г.)

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	8,14	8,49	8,66	8,65	8,52	8,49
Большой плес	8,53	8,55	8,41	8,60	8,56	8,43
Мястро	8,36	8,51	8,67	8,61	8,49	8,66
Баторино	8,37	8,57	8,80	8,64	8,78	8,66

Сравнение этого показателя в ряду многолетних значений представлено в табл. 4.4.2 и свидетельствует о близких величинах рН в текущем сезоне к средним многолетним значениям.

Таблица 4.4.2

Среднесезонные величины концентрации водородных ионов (рН) в озерах в 2013 г. в сравнении с многолетними данными за период 2001–2012 гг.

Озеро	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$
Нарочь	8,43	0,06	8,19	0,37	7,97	0,11	8,37	0,16	8,47	0,18
Мястро	8,45	0,07	8,37	0,23	8,00	0,24	8,43	0,15	8,55	0,12
Баторино	8,60	0,08	8,43	0,31	8,11	0,16	8,54	0,12	8,64	0,16

4.5. Углерод органический общий и взвешенный

Средняя для вегетационного сезона концентрация органического углерода в воде оз. Нарочь составляла $6,14 \pm 0,44$ (Малый плес) и $5,70 \pm 0,41$ (Большой плес) мг С/л (пределы колебаний от 5,50 до 6,59 и от 5,02 до 6,18 мг С/л соответственно), в оз. Мястро – $9,22 \pm 0,56$ мг С/л (пределы колебаний 8,45–10,07 мг С/л), в оз. Баторино – $11,98 \pm 1,06$ мг С/л (пределы колебаний 9,92–12,74 мг С/л). Органическое вещество представлено в основном растворенными соединениями. Доля взвешенной фракции невелика и возрастает с увеличением трофности озер: $2,8 \pm 0,6$ и $3,8 \pm 1,1$ % от общего содержания органического углерода в воде Малого и Большого плесов оз. Нарочь, $4,6 \pm 2,4$ % – в оз. Мястро и $12,4 \pm 3,7$ % – в оз. Баторино. Концентрация взвешенного органического углерода для вегетационного сезона равна соответственно $0,17 \pm 0,04$ (пределы колебаний 0,12–0,22 мг С/л) и $0,21 \pm 0,06$ (пределы колебаний 0,14–0,31 мг С/л) в двух плесах оз. Нарочь, $0,42 \pm 0,22$ (пределы колебаний 0,29–0,85 мг С/л) в оз. Мястро и $1,51 \pm 0,53$ (пределы колебаний 0,80–2,17 мг С/л) в оз. Баторино (табл. 4.5.1).

Таблица 4.5.1

Концентрация общего ($C_{общ}$) и взвешенного ($C_{взвеш}$) органического углерода (мг С/л) в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2013 г.)

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
$C_{общ}$	6,08	5,50	6,31	6,59	6,57	5,78
$C_{взвеш}$	0,15	0,17	0,17	0,12	0,22	0,20
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
$C_{общ}$	5,79	5,02	5,51	6,18	6,01	5,66
$C_{взвеш}$	0,23	0,18	0,14	0,17	0,25	0,31
Озеро Мястро						
$C_{общ}$	8,45	9,57	9,28	8,85	9,10	10,07
$C_{взвеш}$	0,33	0,30	0,33	0,41	0,85	0,29
Озеро Баторино						
$C_{общ}$	9,92	12,07	12,62	12,60	12,74	11,94
$C_{взвеш}$	0,80	1,69	1,38	2,17	1,96	1,04

Показатели содержания органического вещества в воде Нарочанских озер в вегетационный сезон текущего года близки к средним многолетним значениям за период 2001–2012 гг. (табл. 4.5.2).

Таблица 4.5.2

Среднесезонные величины концентрации общего и взвешенного углерода (мг С/л) в озерах в 2013 г. в сравнении с многолетними данными за период 2001–2012 гг.

Озеро	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	X	$\pm SD$								
Нарочь	<u>5,66</u> 0,26	<u>0,29</u> 0,07	<u>5,57</u> 0,25	<u>0,58</u> 0,08	<u>5,65</u> 0,28	<u>0,78</u> 0,06	<u>5,77</u> 0,26	<u>0,31</u> 0,09	<u>5,92</u> 0,19	<u>0,47</u> 0,05
Мястро	<u>8,68</u> 0,59	<u>0,79</u> 0,11	<u>9,22</u> 0,63	<u>0,89</u> 0,31	<u>8,98</u> 0,63	<u>0,52</u> 0,26	<u>8,64</u> 0,71	<u>0,67</u> 0,30	<u>9,22</u> 0,42	<u>0,56</u> 0,22
Баторино	<u>13,85</u> 2,19	<u>1,21</u> 0,51	<u>12,55</u> 1,77	<u>1,46</u> 0,70	<u>12,13</u> 1,65	<u>1,47</u> 0,75	<u>12,39</u> 2,43	<u>1,43</u> 0,73	<u>11,98</u> 1,51	<u>1,06</u> 0,53

П р и м е ч а н и е. В числителе – показатели для общего, в знаменателе – для взвешенного органического углерода.

4.6. Фосфор общий и фосфатный

В Малом плесе оз. Нарочь средняя для вегетационного сезона концентрация общего фосфора в воде составляла $0,012 \pm 0,004$ и $0,011 \pm 0,004$ мг Р/л в Большом плесе (пределы колебаний 0,005–0,018 мг Р/л), в воде оз. Мястро – $0,023 \pm 0,007$ мг Р/л (пределы колебаний 0,013–0,032 мг Р/л), в оз. Баторино – $0,023 \pm 0,007$ мг Р/л (пределы колебаний 0,011–0,031 мг Р/л). Фосфаты в воде Нарочанских озер обнаруживаются, как правило, в незначительных количествах (менее 0,005 мг Р/л). Исключение составляет оз. Мястро, где во второй половине вегетационного сезона концентрация фосфатов обычно повышается (табл. 4.6.1).

Таблица 4.6.1

Концентрация общего фосфора ($P_{общ}$) и фосфатов ($P-PO_4^{3-}$) (мг Р/л) в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2013 г.)

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
$P_{общ}$	0,015	0,010	0,007	0,011	0,018	0,011
$P-PO_4^{3-}$	0,000	0,004	0,000	0,002	0,001	0,001
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
$P_{общ}$	0,011	0,010	0,005	0,010	0,017	0,013
$P-PO_4^{3-}$	0,001	0,004	0,000	0,002	0,001	0,002
Озеро Мястро						
$P_{общ}$	0,018	0,013	0,021	0,027	0,032	0,027
$P-PO_4^{3-}$	0,002	0,003	0	0,007	0,010	0,007
Озеро Баторино						
$P_{общ}$	0,026	0,026	0,023	0,011	0,031	0,022
$P-PO_4^{3-}$	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,000

Среднесезонные величины концентрации общего фосфора в оз. Нарочь и Баторино близки к многолетним значениям, тогда как для оз. Мястро характерна высокая вариабельность межгодовых значений. Продолжается тенденция сближения концентраций общего фосфора в воде озер Мястро и Баторино (табл. 4.6.2).

Таблица 4.6.2

Среднесезонные величины общего и фосфатного фосфора (мг Р/л) в озерах в 2013 г. в сравнении с многолетними данными за период 2001–2012 гг.

Озеро	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	X	$\pm SD$								
Нарочь	<u>0,014</u> 0,001	<u>0,002</u> 0,001	<u>0,015</u> 0,001	<u>0,003</u> 0,001	<u>0,012</u> 0,001	<u>0,004</u> 0,001	<u>0,011</u> 0,001	<u>0,004</u> 0,001	<u>0,011</u> 0,001	<u>0,004</u> 0,001
Мястро	<u>0,032</u> 0,006	<u>0,003</u> 0,001	<u>0,042</u> 0,010	<u>0,022</u> 0,014	<u>0,032</u> 0,004	<u>0,012</u> 0,006	<u>0,027</u> 0,003	<u>0,009</u> 0,003	<u>0,023</u> 0,005	<u>0,007</u> 0,004
Баторино	<u>0,034</u> 0,000	<u>0,003</u> 0,000	<u>0,033</u> 0,001	<u>0,007</u> 0,001	<u>0,029</u> 0,000	<u>0,005</u> 0,001	<u>0,033</u> 0,000	<u>0,009</u> 0,003	<u>0,023</u> 0,001	<u>0,007</u> 0,001

П р и м е ч а н и е. В числителе – показатели для общего, в знаменателе – для фосфатного фосфора.

4.7. Азот общий и минеральный

Общее содержание азота в вегетационный сезон текущего года в воде оз. Нарочь составило в Малом и Большом плесах $1,16 \pm 0,32$ и $1,15 \pm 0,37$ мг N/л, в оз. Мястро – $1,05 \pm 0,21$ мг N/л, в оз. Баторино – $1,27 \pm 0,34$ мг N/л. Общий пул азота представлен главным образом органическими соединениями. Доля минерального азота в воде всех трех озер колеблется в течение вегетационного сезона от 2,0 до 18,4 %, исключение составляет экстремальная величина 63,1 % в мае в воде оз. Баторино вследствие высокого накопления здесь минерального азота в подледный период. Доля минеральных форм в общем запасе соединений азота в воде озер повышается с увеличением трофического статуса водоема и составляет в среднем для сезона $3,5 \pm 1,1$ % (Малый плес), $3,5 \pm 1,5$ % (Большой плес оз. Нарочь), $9,6 \pm 2,7$ % (оз. Мястро) и $20,0 \pm 21,6$ % (оз. Баторино). Концентрация минерального азота в двух плесах оз. Нарочь была равна соответственно $0,041 \pm 0,004$ и $0,040 \pm 0,006$ мг N/л. В сумме минеральных форм аммонийный азот преобладает над нитратным: соответственно $0,037 \pm 0,004$ и $0,004 \pm 0,002$ мг N/л (Малый плес) и $0,036 \pm 0,007$ и $0,005 \pm 0,002$ мг N/л (Большой плес). В воде оз. Мястро содержание минерального азота и в том числе аммонийной и нитратной форм в среднем для сезона равно соответственно $0,098 \pm 0,022$, $0,082 \pm 0,024$ и $0,015 \pm 0,016$ мг N/л. В воде оз. Баторино общая концентрация азота в минеральной форме равна $0,235 \pm 0,231$ мг N/л. В сумме минеральных форм, так же как в озерах Нарочь и Мястро, доминировала аммонийная, однако здесь значимую роль играют и нитраты, особенно в начале сезона (средние для сезона концентрации равны соответственно $0,134 \pm 0,062$ и $0,095 \pm 0,175$ мг N/л). Нитриты в воде оз. Нарочь и Мястро не обнаружены либо определялись в следовых количествах. Исключение составляет начало сезона в оз. Баторино, когда концентрация нитритного азота составляла 0,019–0,012 г N/л (табл. 4.7.1).

Таблица 4.7.1

**Концентрация общего и минерального азота (мг Н/л) в озерах
(интегральная проба воды, вегетационный сезон 2013 г.)**

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
N _{общ}	1,336	1,484	0,648	0,952	1,432	1,102
N _{орг}	1,294	1,449	0,606	0,906	1,392	1,062
N _{минер}	0,042	0,035	0,042	0,046	0,040	0,040
N-NH ₄ ⁺	0,039	0,033	0,036	0,045	0,033	0,037
N-NO ₃ ⁻	0,003	0,002	0,006	0,001	0,007	0,003
N-NO ₂ ⁻	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
N _{общ}	1,219	1,469	0,641	0,840	1,607	1,135
N _{орг}	1,172	1,426	0,605	0,801	1,575	1,091
N _{минер}	0,047	0,043	0,036	0,039	0,032	0,044
N-NH ₄ ⁺	0,041	0,040	0,031	0,037	0,024	0,040
N-NO ₃ ⁻	0,006	0,003	0,005	0,002	0,008	0,004
N-NO ₂ ⁻	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Озеро Мястро						
N _{общ}	1,398	1,013	0,853	0,894	0,961	1,205
N _{орг}	1,279	0,900	0,748	0,784	0,887	1,137
N _{минер}	0,119	0,113	0,105	0,110	0,074	0,068
N-NH ₄ ⁺	0,070	0,103	0,103	0,103	0,068	0,047
N-NO ₃ ⁻	0,046	0,009	0,002	0,007	0,005	0,018
N-NO ₂ ⁻	0,003	0,001	0,000	0,000	0,001	0,003
Озеро Баторино						
N _{общ}	1,075	1,526	1,283	0,836	1,775	1,115
N _{орг}	0,397	1,245	1,106	0,748	1,711	0,995
N _{минер}	0,678	0,281	0,177	0,088	0,064	0,120
N-NH ₄ ⁺	0,213	0,176	0,174	0,086	0,058	0,097
N-NO ₃ ⁻	0,446	0,093	0,003	0,002	0,006	0,022
N-NO ₂ ⁻	0,019	0,012	0,000	0,000	0,000	0,001

Данные о концентрациях соединений азота в текущий сезон близки к многолетним (табл. 4.7.2).

Таблица 4.7.2

**Среднесезонные величины концентрации азота (мг Н/л) в озерах в 2013 г.
в сравнении с многолетними данными за период 2001–2012 гг.**

Показатель	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	X	± SD	X	± SD	X	± SD	X	± SD	X	± SD
Озеро Нарочь										
N _{общ}	0,66	0,20	0,81	0,28	0,96	0,20	1,17	0,57	1,16	0,33
N _{минер}	0,120	0,066	0,049	0,037	0,047	0,014	0,050	0,022	0,045	0,017
N-NH ₄ ⁺	0,114	0,067	0,043	0,038	0,040	0,013	0,040	0,014	0,041	0,017
N-NO ₃ ⁻	0,006	0,001	0,005	0,005	0,007	0,007	0,010	0,009	0,004	0,002
Озеро Мястро										
N _{общ}	0,85	0,32	1,07	0,31	1,26	0,32	1,47	0,75	1,05	0,21
N _{минер}	0,166	0,061	0,096	0,037	0,096	0,051	0,093	0,031	0,098	0,022

Окончание табл. 4.7.2

Показатель	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$
N–NH ₄ ⁺	0,152	0,058	0,081	0,034	0,079	0,042	0,081	0,022	0,082	0,024
N–NO ₃ [–]	0,014	0,006	0,015	0,017	0,016	0,024	0,013	0,017	0,015	0,016
Озеро Баторино										
N _{общ}	1,14	0,35	1,32	0,51	1,37	0,28	1,85	0,38	1,27	0,34
N _{минер}	0,314	0,140	0,183	0,110	0,247	0,120	0,196	0,128	0,235	0,231
N–NH ₄ ⁺	0,230	0,108	0,134	0,049	0,189	0,079	0,142	0,065	0,134	0,062
N–NO ₃ [–]	0,084	0,048	0,049	0,085	0,057	0,102	0,054	0,082	0,095	0,175

4.8. Сестон (взвешенные вещества), содержание зольных элементов в его составе

Содержание взвешенных в воде веществ (сестона) определялось в двух размерных фракциях: общее содержание взвеси, собранное на мембранных фильтрах с диаметром пор 0,4 мкм, и фракция сестона, задерживаемая на фильтрах с диаметром 1,5 мкм (принятый нами стандарт в многолетнем мониторинге). Разность между ними представляет мелкодисперсную фракцию.

В оз. Нарочь среднее для вегетационного сезона содержание сестона в двух различных фракциях составляло $0,90 \pm 0,20$ и $1,32 \pm 0,15$ мг/л в Малом плесе и $1,00 \pm 0,22$ и $1,31 \pm 0,24$ мг/л в Большом плесе, $1,95 \pm 0,64$ и $2,64 \pm 0,76$ мг/л в оз. Мястро и $6,38 \pm 2,19$ и $7,77 \pm 2,36$ мг/л в оз. Баторино (табл. 4.8.1).

Мелкоразмерная фракция ($>0,4-1,5$ мкм) в сестоне оз. Нарочь колебалась в течение сезона от 16,4 до 43,6 %, составив в среднем $32,3 \pm 9,6$ % в воде Малого плеса и $24,4 \pm 5,0$ % в воде Большого плеса от общего содержания сестона. Близким было содержание мелкоразмерной фракции в оз. Мястро ($26,5,5 \pm 7,9$ % при колебаниях от 15,8 до 36,2 %). В оз. Баторино доля мелкоразмерной фракции была несколько ниже и в течение сезона изменялась в широких пределах: от 7,4 % в июне до 34,8 % в октябре, составив в среднем $18,8 \pm 9,2$ %.

Таблица 4.8.1

Концентрация сестона (мг/л) и зольных элементов (процент) в его составе в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2013 г.)

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
C _{сест} , мг/л	<u>0,90</u> 1,50	<u>0,74</u> 1,13	<u>0,66</u> 1,17	<u>1,05</u> 1,36	<u>1,19</u> 1,47	<u>0,84</u> 1,27
Зола, %	34,0	46,2	50,7	22,4	36,8	47,6
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
C _{сест} , мг/л	<u>1,03</u> 1,37	<u>0,75</u> 1,03	<u>0,71</u> 1,03	<u>1,04</u> 1,33	<u>1,22</u> 1,63	<u>1,22</u> 1,46
Зола, %	45,2	47,1	40,6	31,9	41,7	51,4
Озеро Мястро						
C _{сест} , мг/л	<u>1,91</u> 2,92	<u>1,54</u> 1,83	<u>1,64</u> 2,25	<u>2,15</u> 2,87	<u>3,12</u> 3,92	<u>1,32</u> 2,07
Зола, %	34,2	38,7	40,1	37,7	54,5	43,7

Окончание табл. 4.8.1

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Баторино						
C _{сест} , мг/л	3,74 4,75	6,89 7,44	6,52 7,58	8,67 10,33	8,63 10,67	3,83 5,87
Зола, %	42,6	49,2	42,3	50,0	45,4	54,3

Причина. В числителе – взвесь на фильтрах с размером пор 1,5 мкм, в знаменателе – 0,4 мкм.

Минеральная компонента взвеси (зольность сестона) равна примерно половине общего ее содержания, несколько возрастает с увеличением трофического уровня и составляет в среднем для сезона $39,6 \pm 10,6$ и $43,0 \pm 6,7$ % в Малом и Большом плесах оз. Нарочь, $41,5 \pm 7,1$ в оз. Мястро и $47,3 \pm 4,7$ % в оз. Баторино.

Средние для вегетационного сезона величины концентрации взвешенных в воде веществ и минеральной компоненты сестона (сопоставлены результаты для взвеси, собранной на фильтры с диаметром пор 1,5 мкм) в текущем году были близки к средним многолетним значениям (табл. 4.8.2).

Таблица 4.8.2

Среднесезонные величины концентрации сестона, зольных элементов в его составе в озерах в 2013 г. в сравнении с многолетними данными за период 2001–2012 гг.

Показатель	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	X	± SD	X	± SD	X	± SD	X	± SD	X	± SD
Озеро Нарочь										
C _{сест} , мг/л	0,97	0,22	0,87	0,25	1,00	0,19	0,92	0,26	0,93	0,21
Зола, %	47,7	4,5	41,7	7,6	43,3	5,6	38,3	5,8	41,3	8,6
Озеро Мястро										
C _{сест} , мг/л	2,22	0,18	2,41	1,27	2,52	1,39	2,76	1,56	1,95	0,64
Зола, %	44,9	8,1	44,8	7,6	46,0	10,0	45,7	8,6	41,5	7,1
Озеро Баторино										
C _{сест} , мг/л	8,42	2,01	6,42	2,35	7,04	3,23	8,55	2,79	6,38	2,19
Зола, %	46,8	5,5	46,0	6,9	52,3	5,6	42,9	3,9	47,3	4,7

4.9. Содержание хлорофилла а в сестоне

Длительный период устойчивой стратификации водной массы (май – август) в оз. Нарочь и даже в оз. Мястро определил необычно продолжительный (на протяжении июня – июля) летний минимум содержания хлорофилла *a* в этих озерах. Временное незначительное температурное расслоение водной массы в оз. Баторино не сопровождалось заметным изменением обычного сезонного хода с летне-осенним (август – сентябрь) максимумом количества хлорофилла. Результаты, отражающие сезонную динамику абсолютного и относительного содержания хлорофилла *a* в трех озерах в 2013 г., приведены в табл. 4.9.1.

Таблица 4.9.1

**Абсолютное и относительное содержание хлорофилла *a*
в сестоне Нарочанских озер в 2013 г.**

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
$C_{хл}$, мкг/л (1,5 мкм)	1,24	0,69	0,59	1,59	2,12	1,61
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,14	0,09	0,09	0,15	0,18	0,19
$C_{хл}$, мкг/л (0,4 мкм)	3,06	1,39	1,25	2,15	2,96	2,52
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,20	0,12	0,11	0,16	0,20	0,20
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
$C_{хл}$, мкг/л (1,5 мкм)	1,17	н	0,62	1,21	2,12	1,98
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,11	н	0,09	0,12	0,17	0,16
$C_{хл}$, мкг/л (0,4 мкм)	2,51	1,09	1,05	1,83	3,08	3,02
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,18	0,11	0,10	0,14	0,19	0,21
Озеро Мястро						
$C_{хл}$, мкг/л (1,5 мкм)	5,22	2,41	2,53	4,36	5,52	3,15
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,27	0,16	0,15	0,20	0,18	0,24
$C_{хл}$, мкг/л (0,4 мкм)	8,05	3,23	4,00	6,29	7,14	5,89
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,28	0,18	0,18	0,22	0,18	0,28
Озеро Баторино						
$C_{хл}$, мкг/л (1,5 мкм)	4,88	8,76	8,20	10,82	10,69	5,05
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13
$C_{хл}$, мкг/л (0,4 мкм)	6,24	10,29	10,78	15,19	13,44	7,09
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,13	0,14	0,14	0,15	0,13	0,12

Характер изменений показателей в двух плесах оз. Нарочь сходен, имеются лишь небольшие различия абсолютных и относительных значений в отдельные моменты. Практически не различались и средние за сезон значения. Во взвеси, собранной на фильтрах 1,5 мкм, в Малом плесе в среднем за сезон содержание хлорофилла составило $1,31 \pm 0,59$ мкг/л при колебаниях от 0,59 до 2,12 мкг/л, в Большом – $1,30 \pm 0,63$ мкг/л при колебаниях от 0,62 до 2,12 мкг/л. Не было достоверных различий показателя и при определении его на фильтрах с размером пор 0,42 мкм. В Малом плесе среднесезонная величина хлорофилла *a* составила $2,22 \pm 0,77$ мкг/л при размахе изменений 1,25–3,06 мкг/л, в Большом – $2,10 \pm 0,91$ мкг/л при колебаниях от 1,05 до 3,08 мкг/л. Характер динамики абсолютных величин содержания мелкодисперсной фракции хлорофиллсодержащей компоненты сестона в двух плесах озера сходен, однако с небольшими различиями среднесезонных значений $0,92 \pm 0,46$ мкг/л в Малом плесе и $0,80 \pm 0,38$ мкг/л в Большом. Относительная доля мелкодисперсной фракции хлорофиллсодержащей взвеси в ее общем количестве оказалась несколько выше в Малом плесе, составив $42,2 \pm 13,9$ % против $38,4 \pm 8,0$ %. Относительное содержание хлорофилла в сухой массе сестона в плесах различалось незначительно, составляя в среднем за сезон $0,14 \pm 0,04$ в Малом плесе и $0,16 \pm 0,04$ % в Большом.

Сезонная динамика абсолютного и относительного содержания хлорофилла в оз. Мястро была похожа на их динамику в оз. Нарочь. Соответственно более высокому трофическому статусу оз. Мястро на протяжении сезона содержание хлорофилла здесь было значительно выше, чем в оз. Нарочь, изменяясь от 2,4 мкг/л в период минимума до 5,5 мкг/л в период максимума при сборе взвеси на фильтрах с размером пор 1,5 мкм и от 3,2 до 8,0 мкг/л – на фильтрах 0,42 мкм. Среднее за сезон содержание хлорофилла при определении на

указанных типах фильтров (1,5 и 0,42 мкм) составило соответственно $3,87 \pm 1,36$ мкг/л и $5,77 \pm 1,84$ мкг/л. Более высоким в оз. Мястро оказалось и относительное содержание пигмента в сухой массе сестона, составив в среднем за сезон $0,20 \pm 0,05$ % и $0,22 \pm 0,05$ % на фильтрах 1,5 и 0,42 мкм. Доля мелкодисперсной фракции в общем количестве хлорофиллсодержащей компоненты сестона в оз. Мястро была несколько ниже, чем в оз. Нарочь, при колебаниях на протяжении сезона от 22,7 до 46,5 % против 26,0–59,0 % соответственно, составив в среднем за сезон $32,9 \pm 8,6$ %.

В более мелководном оз. Баторино минимум содержания хлорофилла наблюдался в мае и составил при определении на фильтрах с диаметром пор 1,5 мкм 4,88 мкг/л, на фильтрах 0,42 мкм – 6,24 мкг/л. Как и в предыдущем году, максимальное количество хлорофилла было отмечено в августе – сентябре. Значения абсолютного количества хлорофилла, определенного на двух типах фильтров, в оз. Баторино на всем протяжении сезона более сближены, чем на озерах Нарочь и Мястро. В среднем за сезон они составили соответственно $8,07 \pm 2,62$ мкг/л и $10,51 \pm 3,48$ мкг/л. Доля мелкодисперсной фракции в общем содержании хлорофиллсодержащей взвеси в оз. Баторино оказалась заметно меньше, чем в озерах Нарочь и Мястро – 23,1 % против 40,3 % в оз. Нарочь и $32,9 \pm 8,6$ % в оз. Мястро. Как следует из представленных результатов, доля мелкодисперсной фракции в общем содержании хлорофиллсодержащей взвеси уменьшается с возрастанием трофности озер. Относительное содержание хлорофилла в сухой массе взвеси в оз. Баторино в двух вариантах определения не имело четко выраженного сезонного хода с очень близкими значениями от месяца к месяцу. Среднесезонные величины показателя с применением двух типов фильтров совпали, составив $0,13 \pm 0,01$ %, что соответствует уровню, наблюдаемому в оз. Нарочь, но значительно ниже, чем в оз. Мястро ($0,20 \pm 0,05$ %).

В ряду многолетних наблюдений (сопоставляются результаты определения во взвеси, собранной на фильтрах с диаметром пор 1,5 мкм) абсолютное содержание хлорофилла *a* в оз. Нарочь в сезоне 2013 г., как следует из представленных в табл. 4.9.2 данных, практически остается на уровне предыдущих лет при тенденции к незначительному снижению относительной доли в сухой массе сестона.

Таблица 4.9.2

Среднесезонные величины абсолютного и относительного содержания хлорофилла *a* в сестоне озер в 2013 г. в сравнении с многолетними данными за период 2001–2011 гг.

Показатель	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
Озеро Нарочь										
$C_{хл}$, мкг/л	1,73	0,50	1,24	0,21	1,56	0,74	1,15	0,40	1,30	0,62
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,18	0,02	0,14	0,02	0,15	0,05	0,14	0,03	0,13	0,04
Озеро Мястро										
$C_{хл}$, мкг/л	5,11	1,31	4,48	1,68	4,84	3,91	4,95	5,25	3,87	1,36
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,19	0,06	0,18	0,02	0,17	0,02	0,15	0,07	0,20	0,05
Озеро Баторино										
$C_{хл}$, мкг/л	7,36	2,06	9,18	1,47	7,04	3,23	8,68	1,58	8,07	2,62
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,14	0,05	0,17	0,06	0,12	0,03	0,11	0,03	0,13	0,05

Абсолютное и относительное содержание хлорофилла в оз. Баторино в 2013 г. осталось в пределах межгодовых многолетних колебаний.

В отличие от предыдущих лет, в 2013 г. в оз. Мястро среднесезонная величина абсолютного содержания хлорофилла оказалась наименее низкой за более чем десятилетний период при незначительном увеличении относительной доли в сухой массе сестона.

4.10. Потенциальный фотосинтез планктона

В текущем вегетационном сезоне скорость потенциального фотосинтеза на оптимальной глубине в оз. Нарочь (Малый и Большой плесы), Мястро и Баторино составила в среднем соответственно $0,26 \pm 0,10$; $0,22 \pm 0,06$; $0,67 \pm 0,13$ и $1,08 \pm 0,53$ мг $O_2/l \cdot$ сут, а скорость аэробной деструкции, как будет показано в разделе 4.11, была равна соответственно $0,14 \pm 0,08$; $0,12 \pm 0,07$; $0,33 \pm 0,14$ и $0,43 \pm 0,17$ мг $O_2/l \cdot$ сут. Таким образом, в толще воды продукционные процессы, как правило, преобладают над деструкционными. В оз. Нарочь максимальный уровень потенциального фотосинтеза отмечен в начале, а минимальный – в конце вегетационного сезона. В оз. Мястро высокий продукционный потенциал отмечен практически в течение всего сезона (с более низкими величинами в июне и октябре), а в оз. Баторино максимальные величины наблюдались в период с июня по август (табл. 4.10.1).

Таблица 4.10.1

**Потенциальный фотосинтез (мг $O_2/l \cdot$ сут) в озерах
(интегральная проба, вегетационный сезон 2013 г.)**

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	0,42 (17,4–17,2 °C)	0,25 (19,6–23,0 °C)	0,25 (20,8–23,2 °C)	0,32 (20,0–21,2 °C)	0,20 (11,6–11,0 °C)	0,13 (7,8–6,9 °C)
Большой плес	0,32 (17,4–17,2 °C)	0,21 (19,6–23,0 °C)	0,19 (20,8–23,2 °C)	0,27 (20,0–21,2 °C)	0,17 (11,6–11,0 °C)	0,15 (7,8–6,9 °C)
Мястро	0,78 (19,0–19,9 °C)	0,50 (21,8–22,0 °C)	0,76 (20,4–23,0 °C)	0,73 (19,9–20,4 °C)	0,73 (17,4–16,8 °C)	0,49 (11,2–10,4 °C)
Баторино	0,57 (14,2–16,6 °C)	1,53 (23,3–22,8 °C)	1,52 (23,3–22,8 °C)	1,59 (20,4–20,2 °C)	0,90 (14,0–13,0 °C)	0,39 (14,0–13,0 °C)

П р и м е ч а н и е. В скобках указан размах колебаний температуры воды в период экспозиции склянок.

Среднесезонные значения скорости потенциального фотосинтеза в текущем году во всех трех озерах не выходили за пределы многолетних колебаний (табл. 4.10.2).

Таблица 4.10.2

**Среднесезонные величины потенциального фотосинтеза (мг $O_2/l \cdot$ сут) в озерах
в 2013 г. в сравнении с многолетними данными за период 2001–2012 гг.**

Озеро	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$
Нарочь	0,32	0,07	0,27	0,10	0,31	0,10	0,25	0,10	0,24	0,08
Мястро	0,79	0,13	0,78	0,46	0,77	0,37	0,78	0,37	0,67	0,13
Баторино	1,34	0,29	1,33	0,52	1,27	0,68	1,30	0,42	1,08	0,53

4.11. Аэробная деструкция органического вещества и биохимическое потребление кислорода (БПК)

В текущем году средняя для вегетационного сезона скорость аэробной деструкции в озерах Нарочь (Малый и Большой плесы), Мястро и Баторино составила соответственно $0,14 \pm 0,08$; $0,12 \pm 0,07$; $0,33 \pm 0,14$ и $0,43 \pm 0,17$ мг $O_2/l \cdot$ сут. Минимальные величины зарегистрированы в конце сезона, максимальные – в начале или в середине сезона (табл. 4.11.1).

Средние значения уровня деструкции в водной массе оз. Нарочь в вегетационный сезон 2013 г., так же как и предыдущем году, были заметно ниже средних многолетних величин в последние годы, в оз. Мястро и Баторино – сопоставимы с таковыми (табл. 4.11.2).

Таблица 4.11.1

Скорость деструкции (мг $O_2/l \cdot$ сут) в озерах
(интегральная проба, вегетационный сезон 2013 г.)

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	0,22 (17,4–17,2 °C)	0,18 (19,6–23,0 °C)	0,16 (20,8–23,2 °C)	0,20 (20,0–21,2 °C)	0,04 (11,6–11,0 °C)	0,06 (7,8–6,9 °C)
Большой плес	0,22 (17,4–17,2 °C)	0,14 (19,6–23,0 °C)	0,15 (20,8–23,2 °C)	0,13 (20,0–21,2 °C)	0,03 (11,6–11,0 °C)	0,07 (7,8–6,9 °C)
Мястро	0,57 (19,0–19,9 °C)	0,31 (21,8–22,0 °C)	0,35 (20,4–23,0 °C)	0,27 (19,9–20,4 °C)	0,35 (17,4–16,8 °C)	0,15 (11,2–10,4 °C)
Баторино	0,29 (14,2–16,6 °C)	0,66 (23,3–22,8 °C)	0,59 (23,3–22,8 °C)	0,45 (20,4–20,2 °C)	0,36 (14,0–13,0 °C)	0,22 (14,0–13,0 °C)

П р и м е ч а н и е. В скобках указан размах колебаний температуры воды в период экспозиции склянок.

Таблица 4.11.2

Среднесезонные величины деструкции (мг $O_2/l \cdot$ сут) в озерах в 2013 г.
в сравнении с многолетними за период 2001–2012 гг.

Озеро	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$
Нарочь	0,18	0,05	0,21	0,16	0,22	0,12	0,12	0,07	0,13	0,07
Мястро	0,31	0,04	0,31	0,17	0,22	0,14	0,25	0,11	0,33	0,14
Баторино	0,58	0,13	0,52	0,27	0,46	0,25	0,57	0,40	0,43	0,17

Скорости биохимического потребления кислорода (БПК) в течение вегетационного сезона представлены в табл. 4.11.3. Потребление кислорода в течение первых суток во всех трех озерах составляет примерно 1/3 потребления в течение пяти суток. Средние для вегетационного сезона величины BPK_1 и BPK_5 равны $0,16 \pm 0,08$ и $0,66 \pm 0,22$ мг O_2/l в Малом плесе, $0,11 \pm 0,06$ и $0,58 \pm 0,17$ мг O_2/l в Большом плесе оз. Нарочь, $0,38 \pm 0,11$ и $1,40 \pm 0,42$ мг O_2/l в оз. Мястро и $0,48 \pm 0,12$ и $1,72 \pm 0,46$ мг O_2/l в оз. Баторино.

Таблица 4.11.3

**Величины БПК₁ и БПК₅ (мг О₂/л) в озерах
(интегральная проба, вегетационный сезон 2013 г.)**

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	<u>0,30</u> 1,00	<u>0,17</u> 0,81	<u>0,13</u> 0,64	<u>0,12</u> 0,57	<u>0,08</u> 0,35	<u>0,17</u> 0,57
Большой плес	<u>0,19</u> 0,82	<u>0,08</u> 0,70	<u>0,13</u> 0,62	<u>0,08</u> 0,34	<u>0,03</u> 0,47	<u>0,17</u> 0,55
Мястро	<u>0,51</u> 2,11	<u>0,33</u> 1,60	<u>0,51</u> 1,31	<u>0,37</u> 1,02	<u>0,28</u> 1,36	<u>0,27</u> 0,98
Баторино	<u>0,32</u> 1,45	<u>0,64</u> 1,96	<u>0,59</u> 2,45	<u>0,50</u> 1,77	<u>0,38</u> 1,10	<u>0,45</u> 1,61

П р и м е ч а н и е. В числителе – показатели для БПК₁, в знаменателе – для БПК₅.

Среднесезонные величины БПК₅ в вегетационный сезон 2013 г. близки к многолетним данным (табл. 4.11.4).

Таблица 4.11.4

**Среднесезонные величины БПК₅ (мг О₂/л) в озерах в 2013 г. в сравнении
с многолетними данными за период 2001–2012 гг.**

Озеро	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	X	± SD	X	± SD	X	± SD	X	± SD	X	± SD
Нарочь	1,10	0,20	0,95	0,42	0,84	0,26	0,63	0,18	0,62	0,19
Мястро	1,50	0,12	1,37	0,49	1,00	0,39	0,92	0,28	1,40	0,42
Баторино	2,40	0,30	2,06	0,44	1,74	0,61	2,07	0,73	1,72	0,46

В целом показатели качества воды во время вегетационного сезона 2013 г. были близки к средним многолетним, учитывая наблюдаемую межгодовую вариабельность.

4.12. ФИТОПЛАНКТОН

Изучение фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино на протяжении вегетационного сезона 2013 г., равно как и в осенне-зимний период, проводили параллельно с измерением физико-химических и других гидроэкологических показателей. Его видовое богатство в вегетационном сезоне представлено в табл. 4.12.1.

Таблица 4.12.1

**Число видов в разных отделах водорослей, обнаруженных в годовом цикле
2013 г. в фитопланктона Нарочанских озер**

Отделы водорослей	Озеро Нарочь	Озеро Мястро	Озеро Баторино
Синезеленые (= цианобактерии)	10	7	13
Криптофитовые	7	7	4
Динофитовые	3	3	4
Золотистые	14	13	13
Диатомовые	10	8	15

Окончание табл. 4.12.1

Отделы водорослей	Озеро Нарочь	Озеро Мястро	Озеро Баторино
Эвгленовые	0	1	0
Желтозеленые	0	0	1
Зеленые:	7	9	38
вольвоксовые	1	0	2
хлорококковые	5	9	34
десмидиевые	1	0	2
ВСЕГО	51	48	88

Как и в осенне-зимний период, на протяжении вегетационного сезона 2013 г. во всех озерах зарегистрировано значительно меньшее количество представителей фитопланктона, чем в 2012 г. Возможно, это связано с климатическими особенностями года. В случае оз. Нарочь это можно было бы объяснить тем, что в текущем году не были учтены результаты обработки проб фитопланктона вертикальных серий по 7 горизонтам, которые отбираются параллельно с постановкой *in situ* опытов по определению первичной продукции и деструкции планктона и которые могли расширить список его видового состава. Тем не менее видовой состав фитопланктона оз. Нарочь дополнен новыми видами из синезеленых: *Microcystis pulverea* f. *delicatissima* (W. et G. S. West) Elenkin (= *Aphanocapsa delicatissima* W. et G. S. West), *Anabaena ellipsoidea* Bolochonz. em. Woronich. (синезеленые) и из золотистых: *Bitrichia chodatii* (Reverdin) Chodat (= *Diceras chodatii* Reverdin), *Pseudokephyrion hiemale* Hilliard, *Ps. latum* (Schiller) Schmid., из них последние два вида – новые для альгофлоры Беларуси.

В табл. 4.12.2 приведен доминирующий комплекс структурообразующих видов фитопланктона озер в вегетационный период 2013 г.

Таблица 4.12.2

Доминирующий комплекс видов фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино в течение вегетационного периода 2013 г.

Дата	Виды-доминанты по численности организмов	%	Виды-доминанты по биомассе	%
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1				
21.05.2013	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella</i> sp. <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Kephrion plancticum</i> <i>Stephanodiscus</i> sp.	41,3 11,2 10,3 9,5 8,6 7,7	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Stephanodiscus</i> sp.	66,7 9,1 6,0
12.06.2013	<i>Pseudokephyrion entzii</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Kephrion plancticum</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Kephrion spirale</i> <i>Chrysodalis peritaphrena</i>	22,0 19,5 14,6 14,6 7,3 7,3	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Glenodinium apiculatum</i> <i>Anabaena lemmermannii</i> <i>Rhodomonas lens</i>	52,8 14,7 12,1 11,6
10.07.2013	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysodalis peritaphrena</i> <i>Cyclotella</i> sp. <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i>	29,7 20,4 18,6 11,1 9,3	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Glenodinium apiculatum</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	43,1 14,4 10,3 8,8

Продолжение табл. 4.12.2

Дата	Виды-доминанты по численности организмов	%	Виды-доминанты по биомассе	%
20.08.2013	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Aphanathece clathrata</i>	38,3 30,5 11,3 6,1	<i>Aphanathece clathrata</i> <i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas sp.</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i>	46,9 13,2 9,8 5,9 5,4
26.09.2013	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Gloeocapsa minor</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Cyclotella sp.</i>	60,6 8,5 6,4 5,3 5,3	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Cryptomonas woloszynskae</i> <i>Synedra (=Ulnaria) acus</i>	32,5 18,8 9,3 8,1 6,8
21.10.2013	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Aphanathece clathrata</i>	62,7 12,5 6,3	<i>Gloeocapsa limnetica</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	40,8 16,2 13,5 7,6 7,1

Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2

21.05.2013	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	32,3 21,5 18,6 8,6	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Dinobryon divergens</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	28,1 25,9 13,5 11,0 7,0
12.06.2013	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Pseudokephyrion entzii</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Kephrion plancticum</i>	25,1 22,1 22,1 9,0 8,0	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Ceratium hirundinella</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	53,8 11,0 9,5
10.07.2013	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Synedra sp.</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Aphanathece clathrata</i>	40,8 15,8 13,2 6,6 5,3 5,3	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	35,6 11,7 11,3 9,8 7,8 7,5 6,8
20.08.2013	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cyclotella sp.</i>	47,4 22,5 17,8	<i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Glenodinium apiculatum</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Cryptomonas sp.</i> <i>Aphanocapsa sp.</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i>	25,8 20,6 9,0 9,0 7,1 6,9 5,2 5,1
26.09.2013	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	53,6 25,9 6,5 5,5	<i>Aphanathece clathrata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Cyclotella sp.</i>	55,3 12,1 8,3 6,4

Продолжение табл. 4.12.2

Дата	Виды-доминанты по численности организмов	%	Виды-доминанты по биомассе	%
21.10.2013	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Aphanathece clathrata</i>	31,3 21,5 13,7 9,8 5,9	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	34,1 12,2 11,4 11,1 9,6 5,8 5,1
Озеро Мястро				
20.05.2013	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Chromulina sp.</i>	68,6 16,5	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Dinobryon sociale</i> <i>Dinobryon bavaricum</i> <i>Dinobryon divergens</i>	19,6 17,8 16,5 15,3
17.06.2013	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Gloeocapsa minor</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Aphanathece clathrata</i>	55,0 8,7 8,7 8,7 5,8 5,8	<i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Ceratium hirundinella</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	42,2 18,0 13,4 10,2 6,7 6,0
09.07.2013	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Gloeocapsa minor</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	54,2 13,2 7,3 5,9 5,9	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Dinobryon cylindricum</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Cocconeis sp.</i> <i>Dinobryon divergens</i> <i>Aphanathece clathrata</i>	18,2 16,7 13,8 7,0 6,9 6,1 5,5
14.08.2013	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	42,5 35,1	<i>Cryptomonas curvata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Anabaena plantonica</i> <i>Aulacoseira granulata</i>	42,6 11,4 9,7 7,6
18.09.2013	<i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Gloeocapsa minor</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	31,3 31,3 19,0 5,6	<i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Peridinium sp.</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	31,8 28,6 17,3
15.10.2013	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	67,2 8,1 6,3 6,3	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Asterionella formosa</i>	20,7 16,4 16,4 14,9 13,5 6,7
Озеро Баторино				
16.05.2013	<i>Pseudokephyrion entzii</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Pseudokephyrion poculum</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Dinobryon crenulatum</i>	19,6 17,3 15,0 9,2 8,1 5,8	<i>Melosira varians</i> <i>Aphanathece clathrata</i> <i>Scenedesmus magnus</i> <i>Dinobryon bavaricum</i> <i>Dinobryon sociale</i> <i>Dinobryon crenulatum</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i>	29,1 11,6 10,5 9,9 7,9 6,0 5,0

Окончание табл. 4.12.2

Дата	Виды-доминанты по численности организмов	%	Виды-доминанты по биомассе	%
13.06.2013	<i>Cyanodictyon plancticum</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Chrysidialis peritaphrena</i> <i>Gloeocapsa minor</i>	37,9 13,4 12,2 7,3	<i>Cyanodictyon plancticum</i> <i>Stephanodiscus neoastraea</i> <i>Peridinium sp.</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Aphanthece clathrata</i>	29,1 17,5 10,1 9,8 7,3 6,8
15.07.2013	<i>Chrysidialis peritaphrena</i> <i>Gloeocapsa minor</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyanodictyon plancticum</i>	42,3 11,8 8,2 5,9	<i>Melosira varians</i> <i>Peridinium sp.</i>	44,5 9,7
13.08.2013	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Aphanthece clathrata</i>	52,1 6,1	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Staurastrum plancticum</i> <i>Peridinium sp.</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Dinobryon bavaricum</i>	31,9 9,5 8,5 7,7 7,4
23.09.2013	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Chrysidialis peritaphrena</i> <i>Aphanthece clathrata</i> <i>Oocystis pusilla</i>	29,6 15,9 10,2 8,0	<i>Aphanthece clathrata</i> <i>Melosira varians</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Oocystis borgei</i> <i>Staurastrum plancticum</i>	26,6 16,4 11,3 6,2 7,2
17.10.2013	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidialis peritaphrena</i>	35,0 20,0 19,0	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Scenedesmus vesiculosus</i>	22,3 21,1 9,9 9,1 9,1

Практически на протяжении всего вегетационного сезона в оз. Нарочь вегетировал мелкоклеточный представитель криптофитовых *Rh. pusilla*, составляя в общей численности организмов от 5 % в летнее время до 60–63 % весной и осенью и создавая, несмотря на свои малые размеры ($7,8\text{--}13,0 \times 5,0\text{--}9,0$ мкм), до 32,5 % общей биомассы фитопланктона. В мае и октябре его по численности и по весу превосходил другой представитель этого рода, а именно *Rh. lens*, достигая 30–67 %. В июне – июле свыше 50 % биомассы определялось представителем диатомовых водорослей *Cyclotella meneghiniana*. В июне заметный вклад в численность организмов, особенно в Большом плесе озера, вносили и представители золотистых *Pseudokephyrion entzii*, *Kephrion plancticum*, *Chrysidialis peritaphrena*. В это же время появились цианопрокарионы: *Anabaena* (= *Dolichospermum*) *lemmermannii*, *Aphanthece clathrata*, *Gloeotrichia echinulata*, получив максимальное развитие в июле – августе. В целом же состав доминирующих в обоих плесах оз. Нарочь комплексов организмов по численности и по биомассе в разные месяцы сезона в 2013 г. представляли 4–8 видов.

В оз. Мястро самым многочисленным в мае был представитель золотистых водорослей *Chrysidialis peritaphrena*, определивший 68,6 % общей численности организмов фитопланктона и почти 20 % его биомассы, несмотря на свой малый индивидуальный вес. Вместе с ним другие представители золотистых (крупноклеточные *Dinobryon sociale*, *D. bavaricum*, *D. divergens* и мелкоклеточная *Chromulina* sp.) определили весь состав доминирующего комплекса в это время, чего в предыдущие годы в озере в столь выраженным виде не наблюдалось. С июня в доминанты вышел представитель криптомонад *Rh. pusilla* (55 % численности), доля которого к сентябрю постепенно уменьшилась до 31,3 %, а в октябре снова возросла до 67 %. Отметим, что этот вид и в 2012 г. был в озере

доминантом по численности организмов на протяжении всего вегетационного сезона. В июне (42 %) и в сентябре (15 %) – октябре (32 %) заметный вклад в биомассу (процент приведен в скобках) вносил представитель диатомовых водорослей крупноклеточная колониальная *Fragilaria crotonensis* в сопровождении 3–6 видов из других отделов водорослей – криптофитовых, динофитовых, цианобактерий (см. табл. 4.12.2).

В оз. Баторино в мае участие видов-доминантов в составе доминирующего комплекса было более выровненным: на уровне 10–20 % в численности организмов при преобладании золотистых и 10–30 % в биомассе с преобладанием представителя диатомовых *Melosira varians*. В июне около 30–40 % пришлось на долю цианобактерии *Cyanodictyon planctonicum*, которой сопутствовали центрические диатомеи *Stephanodiscus neoastraea* и *Cyclotella meneghiniana*; в июле 42,3 % численности достиг *Chr. peritaphrena* (золотистые), в августе – сентябре – *Cyclotella* sp. – 30–52 %, которая составляла значительный процент и в биомассе (до 32 %). По 7–10 % и более приходилось в биомассе на счет *Staurastrum planctonicum* (стрептофитовые=десмидиевые), *Peridinium* sp. (динофитовые), *Scenedesmus vesiculosus* (хлорококковые), *Aphanathece clathrata* (синезеленые=цианобактерии). Как правило, в доминирующий комплекс, как и в озерах Нарочь и Мястро, входило 4–7 представителей, за исключением июля и августа, когда в качестве доминантов выделились только 2 вида по биомассе: *Melosira varians* (44,5 %) и *Peridinium* sp. (9,7 %) и 2 по численности организмов: *Cyclotella* sp. (52,1 %) и *Aphanathece clathrata* (6,1 %). Это объясняется тем, что в эти месяцы в фитопланктоне вегетировало большое количество представителей, в каждой пробе в указанные сроки наблюдения их детектировано более 40, поэтому, имея небольшой индивидуальный вклад в общую численность и биомассу (от 0,1 до 4,7 %), в сумме они давали более 40 %.

Долевой вклад основных отделов водорослей фитопланктона Нарочанских озер в суммарные величины их абсолютной численности и биомассы приведен в табл. 4.12.3. Общие абсолютные количественные показатели развития фитопланктона в разные месяцы вегетационного сезона приведены также отдельно в табл. 4.12.4.

Таблица 4.12.3

Абсолютные значения показателей количественного развития общего фитопланктона и долевой вклад (в %) основных отделов водорослей в общую их численность и биомассу в озерах Нарочь, Мястро, Баторино на протяжении вегетационного периода 2013 г.

Дата	Общие величины	Долевой вклад (%)						
		сине-зеленых	криптофитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих	
Численность организмов, млн/л								
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1								
21.05.2013	3,72	0,0	53,3	18,1	27,7	0,9	0,0	
12.06.2013	0,54	3,7	19,5	51,2	24,4	0,0	1,2	
10.07.2013	0,61	13,7	31,6	20,5	31,6	1,9	0,7	
20.08.2013	1,94	10,2	40,9	32,2	16,6	0,0	0,0	
26.09.2013	1,49	19,4	70,2	4,3	6,1	0,0	0,0	
21.10.2013	1,10	12,5	71,0	0,0	16,5	0,0	0,0	
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2								
21.05.2013	2,49	0,0	40,9	18,2	37,3	3,6	0,0	
12.06.2013	1,11	1,0	28,1	56,2	14,6	0,0	0,1	
10.07.2013	1,62	5,3	23,7	17,1	52,6	1,3	0,0	
20.08.2013	1,69	7,1	48,6	23,7	20,2	0,0	0,3	
26.09.2013	1,96	8,8	61,9	0,0	28,4	0,9	0,0	
21.10.2013	1,50	8,3	57,7	13,7	20,3	0,0	0,0	

Продолжение табл. 4.12.3

Дата	Общие величины	Долевой вклад (%)					
		сине-зеленых	крипто-фитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
Озеро Мястро							
20.05.2013	8,60	0,0	6,2	92,1	1,0	0,7	0,0
17.06.2013	0,97	14,5	66,6	5,8	13,0	0,1	0,1
09.07.2013	1,71	14,7	60,1	14,4	7,9	2,9	0,0
14.08.2013	2,44	3,7	50,8	35,3	1,6	7,6	0,9
18.09.2013	2,44	21,3	42,5	2,3	33,4	0,0	0,6
15.10.2013	3,04	0,0	79,8	11,7	8,5	0,0	0,0
Озеро Баторино							
16.05.2013	5,00	9,5	16,1	62,8	5,1	6,5	0,0
13.06.2013	22,09	57,1	1,3	12,7	22,6	6,2	0,1
15.07.2013	11,99	25,5	10,6	42,4	4,4	15,8	1,3
13.08.2013	9,99	19,4	6,7	3,7	58,6	11,4	0,2
23.09.2013	12,09	17,7	6,3	23,4	33,9	18,7	0,0
17.10.2013	6,97	2,3	23,5	26,1	38,1	9,9	0,0
Численность клеток, млн/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
21.05.2013	3,82	0,0	52,0	18,4	27,9	1,7	0,0
12.06.2013	1,21	57,0	8,7	22,8	10,9	0,0	0,5
10.07.2013	11,36	95,3	1,7	1,2	1,7	0,1	0,0
20.08.2013	155,89	98,9	0,5	0,4	0,2	0,0	0,0
26.09.2013	27,81	95,7	3,8	0,2	0,3	0,0	0,0
21.10.2013	29,15	96,4	2,7	0,0	0,9	0,0	0,0
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
21.05.2013	3,47	0,0	29,4	26,8	28,8	15,0	0,0
12.06.2013	4,43	75,3	7,0	14,0	3,6	0,0	0,0
10.07.2013	18,53	91,7	2,1	1,5	4,6	0,1	0,0
20.08.2013	59,93	97,4	1,4	0,7	0,6	0,0	0,0
26.09.2013	194,82	99,1	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0
21.10.2013	16,42	90,1	5,3	1,3	3,4	0,0	0,0
Озеро Мястро							
20.05.2013	10,90	0,0	4,9	91,7	2,3	1,1	0,0
17.06.2013	4,38	68,0	14,8	1,3	15,4	0,5	0,0
09.07.2013	14,16	85,8	7,2	4,6	2,0	0,4	0,0
14.08.2013	7,88	56,3	20,6	15,8	1,5	5,4	0,4
18.09.2013	18,03	83,1	5,7	0,5	10,5	0,1	0,1
15.10.2013	3,56	0,0	68,1	10,7	21,2	0,0	0,0
Озеро Баторино							
16.05.2013	84,23	92,5	1,0	4,6	0,5	1,5	0,0
13.06.2013	843,24	98,7	0,0	0,3	0,6	0,3	0,0
15.07.2013	188,14	92,5	0,7	2,8	0,8	3,1	0,1
13.08.2013	138,37	91,6	0,6	0,5	5,3	1,9	0,0
23.09.2013	405,85	97,0	0,2	0,7	1,0	1,0	0,0
17.10.2013	18,93	58,9	9,1	11,2	14,8	6,1	0,0

Окончание табл. 4.12.3

Дата	Общие величины	Долевой вклад (%)						
		сине-зеленых	криптофитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих	
Биомасса, мг/л								
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1								
21.05.2013	2,12	0,0	73,1	5,9	21,0	0,0	0,0	
12.06.2013	0,62	12,1	14,8	4,0	54,3	0,0	14,7	
10.07.2013	0,41	15,0	11,3	4,6	50,1	0,6	18,4	
20.08.2013	1,50	67,5	17,8	3,9	8,5	0,0	2,2	
26.09.2013	0,55	19,4	66,6	1,0	12,8	0,2	0,0	
21.10.2013	0,85	55,8	27,9	0,0	16,3	0,0	0,0	
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2								
21.05.2013	1,52	0,0	36,0	19,3	44,3	0,3	0,0	
12.06.2013	0,58	2,9	15,5	9,7	59,2	0,0	12,7	
10.07.2013	0,72	11,8	35,1	3,9	48,4	0,1	0,7	
20.08.2013	0,75	41,6	28,5	5,3	12,6	0,2	11,9	
26.09.2013	1,74	58,1	25,0	0,0	12,7	0,2	4,0	
21.10.2013	1,27	6,6	53,7	1,5	38,2	0,0	0,0	
Озеро Мястро								
20.05.2013	2,70	0,0	12,1	79,0	8,6	0,3	0,0	
17.06.2013	0,80	2,2	37,4	0,6	49,0	0,6	10,2	
09.07.2013	1,02	13,8	34,8	22,0	23,1	1,5	4,7	
14.08.2013	2,42	13,3	63,5	6,4	9,5	4,7	2,6	
18.09.2013	3,11	3,5	27,2	0,6	38,2	0,2	30,3	
15.10.2013	1,97	0,0	61,1	2,3	36,6	0,0	0,0	
Озеро Баторино								
16.05.2013	3,36	11,7	5,4	33,8	37,2	11,9	0,0	
13.06.2013	10,91	39,1	10,0	3,6	30,6	3,9	12,8	
15.07.2013	11,83	7,3	7,3	6,0	53,0	15,8	10,6	
13.08.2013	5,68	8,2	7,5	8,9	47,7	18,2	9,5	
23.09.2013	6,15	31,2	4,7	7,9	37,2	19,0	0,0	
17.10.2013	2,48	2,0	34,1	11,7	36,7	15,5	0,0	

Таблица 4.12.4

Среднемесячные показатели степени количественного развития общего фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино в течение вегетационного сезона 2013 г.

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Общая численность организмов, млн орг/л						
Нарочь, Малый плес	3,72	0,54	0,61	1,94	1,49	1,10
Большой плес	2,49	1,11	1,62	1,69	1,96	1,50
Мястро	8,60	0,97	1,71	2,44	2,44	3,04
Баторино	5,00	22,09	11,99	9,99	12,09	6,97

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Общая численность клеток, млн кл/л						
Нарочь, Малый плес	3,82	1,21	11,36	155,89	27,81	29,15
Большой плес	3,47	4,43	18,53	59,93	194,82	16,42
Мястро	10,90	4,38	14,16	7,88	18,03	3,56
Баторино	84,23	843,24	188,14	138,37	405,85	18,93
Общая биомасса, мг/л						
Нарочь, Малый плес	2,12	0,62	0,41	1,50	0,55	0,85
Большой плес	1,52	0,58	0,72	0,75	1,74	1,27
Мястро	2,70	0,80	1,02	2,42	3,11	1,97
Баторино	3,36	10,91	11,83	5,68	6,15	2,48

В озерах Нарочь и Мястро максимальная численность организмов фитопланктона отмечена в мае, в оз. Баторино – в июне; максимальная численность клеток в Малом плесе оз. Нарочь, благодаря развитию колониальных синезеленых водорослей *Aphanothecce clathrata*, *Aphanocapsa delicatissima* – в августе, в Большом плесе – в сентябре, в оз. Мястро также в сентябре, в оз. Баторино – в июне; максимальная биомасса в оз. Нарочь в Малом плесе – в мае, в Большом – в сентябре; в оз. Мястро – также в сентябре, а в оз. Баторино – в июле. По сравнению с предыдущим годом все количественные показатели развития фитопланктона в течение вегетационного сезона 2013 г. были значительно ниже, особенно в озерах Мястро и Баторино.

Динамику развития фитопланктона Нарочанских озер, а также изменения в его структурном составе на протяжении вегетационного сезона 2013 г. можно проследить на рис. 4 и 5.

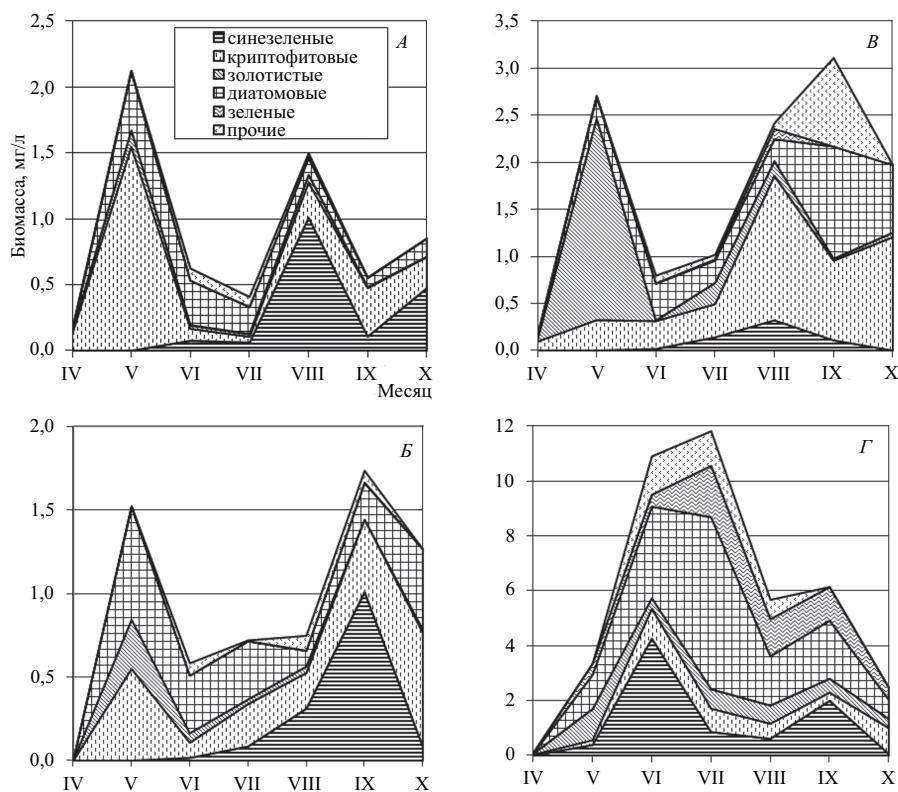


Рис.4. Сезонная динамика и структурный состав фитопланктона (B, мг/л) в 2013 г.: А – оз. Нарочь, Малый плес; Б – оз. Нарочь, Большой плес; В – оз. Мястро; Г – оз. Баторино

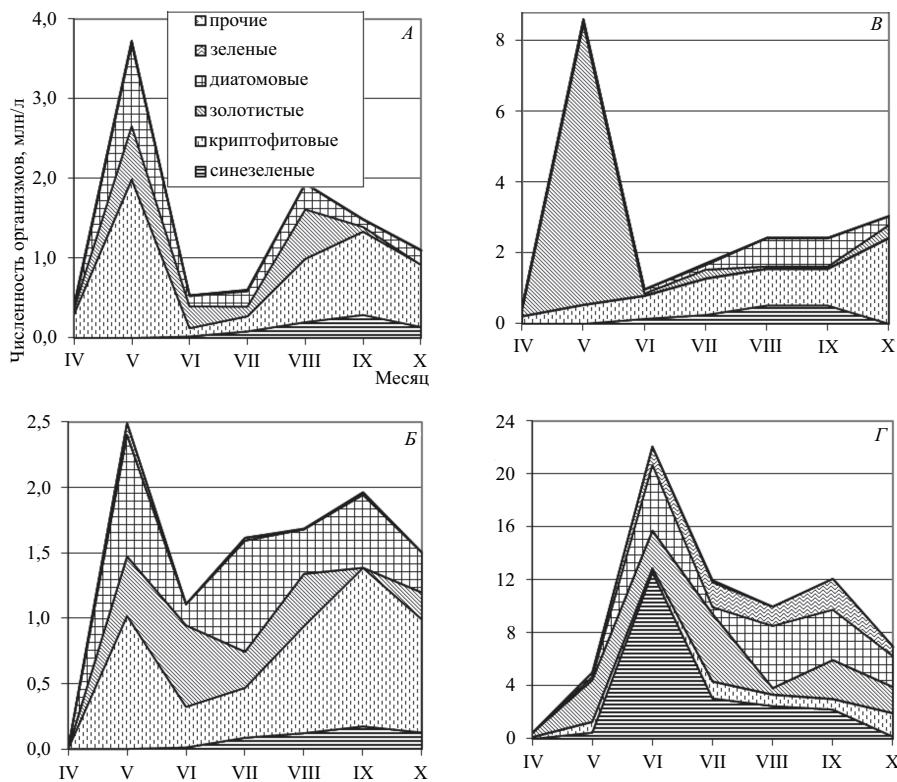


Рис. 5. Сезонная динамика и структурный состав фитопланктонального сообщества (N орг, млн орг/л) в 2013 г.: А – оз. Нарочь, Малый плес; Б – оз. Нарочь, Большой плес; В – оз. Мястро; Г – оз. Баторино

Как видно из рис. 4 и 5, в оз. Нарочь проявились два пика в развитии фитопланктона: по биомассе весенний – в мае и осенний – в августе (в Малом плесе) и в сентябре (в Большом), в оз. Мястро – также в мае и сентябре, в оз. Баторино весенний максимум практически отсутствовал (хотя по численности организмов проявился, но был сдвинут на июнь), а осенний – в сентябре – был слабо выраженным.

Абсолютные средневегетационные показатели количественного развития фитопланктона озер, а также относительная средняя значимость основных отделов в численности и биомассе представлена в табл. 4.12.5.

В целом для вегетационного сезона 2013 г. по численности клеток во всех озерах, как и в предыдущем году, преобладали синезеленые, по численности организмов в озерах Нарочь и Мястро – криптофитовые, в оз. Баторино – золотистые. В 2012 г. в этом озере на первом месте были синезеленые. По биомассе в 2013 г. в Малом плесе оз. Нарочь и в оз. Мястро первое место занимали криптофитовые, в Большом плесе оз. Нарочь и в оз. Баторино – диатомовые, в отличие от 2012 г., когда в озерах Нарочь и Баторино лидировали синезеленые, а в оз. Мястро – диатомовые. Некоторая смена лидирующих позиций имела место и среди других отделов водорослей. Вероятно, в первую очередь это связано с климатическими особенностями текущего года. Большой и Малый плесы оз. Нарочь практически не различались по общему уровню величин всех количественных показателей развития фитопланктона, несмотря на некоторые отмеченные различия в степени доминирования отдельных отделов водорослей.

Как уже говорилось выше (см. с. 59), все количественные показатели развития фитопланктона в течение вегетационного сезона 2013 г. были значительно ниже, особенно в озерах Мястро и Баторино, чем в 2012 г.

В табл. 4.12.6 отражены средневегетационные весовые характеристики фитопланктональных сообществ озер и степень их «колониальности». Можно видеть, что последняя несколько снизилась по сравнению с 2012 г., особенно в оз. Мястро, вернувшись к значениям 2011 г. (4,3 кл/орг.).

Таблица 4.12.5

Среднесезонные (V–X) значения величин количественного развития общего фитопланктона в озерах в 2013 г. и относительная (%) значимость основных доминирующих отделов водорослей в показателях количественного развития фитопланктона

Показатель	Озеро Нарочь						Озеро Мицтво						Озеро Баторино					
	Малый прес			Большой прес			среднее значение			среднее значение			среднее значение			среднее значение		
	среднее значение	SD	место	среднее значение	SD	место	среднее значение	SD	место	среднее значение	SD	место	среднее значение	SD	место	среднее значение	SD	место
$N_{\text{общ}}$, МЛН орг/л	1,57	1,18	–	1,73	0,47	–	3,20	2,74	–	11,35	5,96	–						
синезеленые	9,9	7,1	IV	5,1	3,8	IV	9,0	9,0	IV	21,9	19,0	III						
криптофитовые	47,8	20,9	I	43,5	15,5	I	51,0	25,4	I	10,7	8,0	IV						
золотистые	21,0	18,8	II	21,5	18,8	III	26,9	33,9	II	28,5	21,3	I						
диатомовые	20,5	9,3	III	28,9	14,1	II	10,9	11,9	III	27,1	20,9	II						
$N_{\text{общ}}$, МЛН кл/л	38,21	58,84	–	49,60	74,07	–	9,82	5,66	–	279,79	305,96	–						
синезеленые	73,9	39,5	I	75,6	38,0	I	48,9	39,3	I	88,5	14,8	I						
криптофитовые	11,6	20,0	II	7,6	10,9	II	20,2	24,2	II	1,9	3,5	IV						
золотистые	7,2	10,5	III	7,4	10,9	III	20,8	35,3	II	3,4	4,2	III						
диатомовые	7,0	11,0	IV	6,9	10,9	IV	8,8	8,3	IV	3,8	5,7	II						
$B_{\text{общ}}$, МГ/л	1,01	0,66	–	1,10	0,48	–	2,00	0,93	–	6,73	3,86	–						
синезеленые	28,3	26,9	II	20,2	23,9	III	5,5	6,4	IV	16,6	14,9	II						
криптофитовые	35,3	27,4	I	32,3	12,9	II	39,4	19,8	I	11,5	11,2	IV						
золотистые	3,2	2,2	IV	6,6	7,1	IV	18,5	30,7	III	12,0	11,0	III						
диатомовые	27,2	19,9	III	35,9	19,3	I	27,5	16,5	II	40,4	8,3	I						

Таблица 4.12.6

Степень «колониальности» и масса единицы фитопланктонаных сообществ озер Нарочь, Мястро, Баторино в 2012 и 2013 гг. (среднее за сезон)

Озеро	$\frac{N_{\text{кл}}}{N_{\text{орг}}}$		$W_{\text{орг}} \cdot 10^{-6} \text{ мг}$		$W_{\text{кл}} \cdot 10^{-6} \text{ мг}$	
	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.
Нарочь, Малый плес	38,3	24,34	0,834	0,643	0,022	0,026
Большой плес	46,7	28,67	0,613	0,636	0,013	0,022
Мястро	20,1	3,1	1,745	0,625	0,087	0,204
Баторино	47,6	24,7	0,519	0,593	0,011	0,024

В табл. 4.12.7 дано сравнение средневегетационных величин количественного развития фитопланктона озер в 2013 г. со средними многолетними показателями за последние 13 лет.

Таблица 4.12.7

Средневегетационные значения показателей количественного развития общего фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино в различные периоды и годы наблюдений

Показатель	2001–2005 гг.	2006–2010 гг.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1					
$N_{\text{общ}}$, млн орг/л	$1,2 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,6$	$3,8 \pm 3,8$	$1,8 \pm 0,7$	$1,6 \pm 1,2$
$N_{\text{общ}}$, млн кл/л	$23,6 \pm 17,7$	$29,3 \pm 5,1$	$48,4 \pm 50,5$	$70,0 \pm 88,5$	$38,2 \pm 58,8$
$B_{\text{общ}}$, мг/л	$1,0 \pm 0,4$	$1,2 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,4$	$1,5 \pm 0,9$	$1,0 \pm 0,7$
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2					
$N_{\text{общ}}$, млн орг/л	$1,6 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,4$	$2,2 \pm 1,6$	$2,3 \pm 0,9$	$1,7 \pm 0,5$
$N_{\text{общ}}$, млн кл/л	$30,1 \pm 19,7$	$38,7 \pm 21,1$	$66,5 \pm 109,9$	$105,5 \pm 143,4$	$49,6 \pm 74,1$
$B_{\text{общ}}$, мг/л	$1,2 \pm 0,6$	$1,1 \pm 0,4$	$1,3 \pm 0,7$	$1,4 \pm 1,2$	$1,1 \pm 0,5$
Озеро Мястро					
$N_{\text{общ}}$, млн орг/л	$3,3 \pm 1,1$	$3,1 \pm 1,8$	$2,2 \pm 1,3$	$2,9 \pm 1,4$	$5,2 \pm 2,7$
$N_{\text{общ}}$, млн кл/л	$16,1 \pm 13,2$	$24,1 \pm 12,3$	$9,6 \pm 6,4$	$58,1 \pm 84,4$	$9,8 \pm 5,7$
$B_{\text{общ}}$, мг/л	$2,2 \pm 0,7$	$4,0 \pm 2,6$	$4,1 \pm 5,4$	$5,1 \pm 3,8$	$2,0 \pm 0,9$
Озеро Баторино					
$N_{\text{общ}}$, млн орг/л	$21,0 \pm 12,8$	$16,5 \pm 3,7$	$16,4 \pm 9,9$	$15,6 \pm 5,6$	$11,4 \pm 6,0$
$N_{\text{общ}}$, млн кл/л	$1014,0 \pm 654,1$	$347,1 \pm 264,9$	$113,7 \pm 105,0$	$741,2 \pm 498,7$	$279,8 \pm 306,0$
$B_{\text{общ}}$, мг/л	$11,3 \pm 6,3$	$8,4 \pm 2,9$	$5,3 \pm 2,4$	$8,1 \pm 2,6$	$6,7 \pm 3,9$

Сравнивая многолетние за 2001–2005, 2006–2010 гг. и за 2011–2013 гг. средневегетационные показатели количественного развития фитопланктона Малого и Большого плесов оз. Нарочь, можно сказать, что в обоих плесах наблюдалась сходная картина изменений этих показателей в рассматриваемые периоды. Значения, отмеченные в 2013 г., сходны с таковыми для 2001–2005 гг., впрочем, они не сильно отличаются и от величин для 2006–2010 гг. По численности организмов в 2013 г. выделилось в большую сторону ($5,2 \pm 2,7$ млн орг/л) только оз. Мястро, при этом биомасса фитопланктона после плавного возрастания с 2001 по 2012 г. с $2,2 \pm 0,7$ до $5,1 \pm 3,8$ мг/л в 2013 г. сравнялась с таковой для периода 2001–2005 гг. ($2,0 \pm 0,9$). В оз. Баторино различия средних за вегетационный сезон биомасс составляли от $5,3 \pm 2,4$ мг/л в 2011 г. до $11,3 \pm 6,3$ мг/л в 2001–2005 гг.

4.13. Зоопланктон

Видовой состав зоопланктона Нарочанских озер в 2013 г. за вегетационный период представлен в табл. 4.13.1.

Таблица 4.13.1

**Видовой состав зоопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино
(вегетационный сезон)**

Вид	Нарочь	Мястро	Баторино
Cladocera			
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)	–	+	+
<i>Alona</i> (O. F. Müller, 1785) sp.	+	+	–
<i>Bosmina coregoni</i> (Baird, 1857)	+	+	+
<i>B. longirostris</i> (O. F. Müller, 1785)	+	+	+
<i>B. longispina</i> (Leydig, 1860)	+	+	+
<i>Bosmina crassicornis</i> (P. E. Müller, 1867)	+	+	+
<i>Bosmina</i> (Baird 1850) sp.	–	–	+
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig, 1860	+	+	–
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	+	+	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1785)	+	+	+
<i>Daphnia cristata</i> (Sars, 1862)	+	+	+
<i>D. cuculata</i> (Sars, 1862)	+	+	+
<i>D. longispina</i> (O. F. Müller, 1785)	+	–	–
<i>Daphnia</i> (O. F. Müller, 1785) sp.	+	+	–
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)	+	+	+
<i>Leptodora kindti</i> (Focke, 1844)	+	+	+
Copepoda			
<i>Cyclops</i> (Müller, 1776) sp.	+	+	+
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljebord, 1888)	+	+	+
Rotifera			
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	+	+	+
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imnof, 1891)	+	–	–
<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet, 1892)	+	+	+
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	–	+	–
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	–	+	–
<i>Filinia</i> (Bory de St. Vincent, 1824) sp.	–	–	+
<i>Gastropus stylifer</i> (Imhof, 1891)	+	+	+
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+	+	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+
<i>K. quadrata</i> (Müller, 1786)	+	+	+
<i>Polyarthra</i> (Ehrenberg, 1834) sp.	+	+	+
<i>Trichocerca</i> (Lamarck 1801) sp.	–	+	+
<i>Synchaeta</i> (Ehrenberg, 1832) sp.	+	+	+

За вегетационный период в пелагиали озер Нарочь, Мястро и Баторино обнаружен 31 вид зоопланктона (см. табл. 4.13.1), среди которых 16 видов ветвистоусых, 2 вида веслоногих ракообразных и 13 видов коловраток. В оз. Нарочь отмечено 14 представителей кладоцер, 2 – копепод, 9 – коловраток, в оз. Мястро соответственно 14, 2 и 11, в оз. Баторино – 12,

2 и 10 представителей. Специфичными оказались в оз. Нарочь *D. longispina*, *B. hudsoni*, в оз. Мястро – *Euchlanis dilatata*, *Filinia longiseta*, в оз. Баторино – *Bosmina* sp. и *Filinia* sp.

Величины численности и биомассы зоопланктона в озерах Нарочь, Мястро, Баторино представлены в табл. 4.13.2.

Таблица 4.13.2

Динамика численности (N, тыс. экз/м³) и биомассы (B, г/м³) зоопланктона (вегетационный сезон)

Месяц	Cladocera		Copepoda		Rotifera		Суммарная	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1								
V	1,3	0,02	46,3	0,65	28,9	0,06	76,5	0,73
VI	10,1	0,08	45,8	0,24	35,6	0,09	91,5	0,41
VII	10,9	0,13	50,3	0,35	48,5	0,04	109,7	0,52
VIII	34,6	0,45	55,8	0,65	42,6	0,05	133,0	1,15
IX	6,0	0,10	28,0	0,45	24,0	0,02	58,0	0,56
X	54,8	0,32	9,3	0,24	19,7	0,04	83,8	0,60
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2								
V	3,8	0,03	25,3	0,34	42,9	0,13	72,0	0,51
VI	3,2	0,03	56,2	0,65	43,6	0,10	103,0	0,78
VII	3,6	0,05	35,4	0,47	128,0	0,16	167,0	0,68
VIII	15,0	0,20	64,5	0,88	94,5	0,05	174,0	1,13
IX	28,8	0,20	30,4	0,50	40,0	0,04	99,2	0,75
X	8,1	0,07	11,6	0,23	32,5	0,12	52,2	0,42
Озеро Мястро								
V	6,0	0,03	84,0	0,48	57,0	0,18	147,0	0,69
VI	22,5	0,35	51,8	0,85	20,7	0,03	95,0	1,23
VII	24,0	0,39	104,1	1,26	48,0	0,15	176,1	1,80
VIII	145,5	2,1	145,0	1,6	42,5	0,10	333,0	3,81
IX	60,0	0,92	80,0	1,0	42,5	0,18	182,5	2,11
X	18,0	0,24	34,0	0,52	74,0	0,42	126,0	1,18
Озеро Баторино								
V	106,3	0,54	198,7	1,46	38,8	0,18	343,8	2,18
VI	131,3	1,15	74,6	1,22	17,8	0,05	223,7	2,43
VII	62,7	0,74	85,4	0,89	43,9	0,14	192,0	1,76
VIII	140,0	1,43	75,0	0,81	60,0	0,25	275,0	2,49
IX	175,0	1,93	47,5	0,66	87,5	0,11	310,0	2,70
X	230,0	1,66	27,5	0,41	90,0	0,21	347,5	2,28

В оз. Нарочь общая численность и биомасса зоопланктона постепенно нарастили с мая по август. Максимальное значение численности отмечено в августе и составило (в среднем для Большого и Малого плеса) 153,5 тыс. экз/м³, а биомассы – 1,14 г/м³.

В оз. Мястро высокие показатели численности и биомассы наблюдались с июля по сентябрь, максимум развития пришелся на август, когда общая численность зоопланктона составила 333,0 тыс. экз/м³, а биомасса – 3,8 г/м³.

Озеро Баторино характеризовалось сравнительно высокими показателями численности и биомассы на протяжении всего вегетационного сезона. Максимум численности наблюдался в октябре и составил 347,5 тыс. экз/м³, а биомассы – в сентябре и составил 2,7 г/м³.

Распределение доминирующих групп зоопланктона по численности и биомассе на протяжении вегетационного периода представлено в табл. 4.13.3.

Таблица 4.13.3

Доля отдельных групп зоопланктона (%) в общей его численности и биомассе в озерах Нарочь, Мястро, Баторино (вегетационный сезон)

Месяц	Cladocera		Copepoda		Rotifera	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй 1						
V	1,7	2,8	60,5	89,0	37,8	8,2
VI	11,1	19,5	50,0	58,5	38,9	22,0
VII	10,0	25,0	45,8	67,3	44,2	7,7
VIII	26,0	39,1	42,0	56,5	32,0	4,4
IX	10,3	16,0	48,3	80,4	41,4	3,6
X	65,4	53,3	11,1	40,0	23,5	6,7
Среднее за сезон $\pm SD$	20,8 \pm 23,8	26,0 \pm 17,9	43,0 \pm 16,8	65,3 \pm 17,6	36,3 \pm 7,5	8,8 \pm 6,7
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
V	5,3	7,8	35,1	66,7	59,6	25,5
VI	3,1	3,9	54,6	83,3	42,3	12,8
VII	2,2	7,4	21,2	69,1	76,6	23,5
VIII	8,6	17,7	37,1	77,9	54,3	4,4
IX	29,1	28,0	30,6	66,7	40,3	5,3
X	15,5	16,6	22,2	54,8	62,3	28,6
Среднее за сезон $\pm SD$	10,6 \pm 10,2	13,6 \pm 8,9	33,5 \pm 12,2	69,8 \pm 9,9	55,9 \pm 13,5	16,7 \pm 10,6
Озеро Мястро						
V	4,1	4,3	57,1	69,6	38,8	26,1
VI	23,7	28,5	54,5	69,1	21,8	2,4
VII	11,3	21,7	61,6	70,0	27,1	8,3
VIII	43,7	55,4	43,5	42,0	12,8	2,6
IX	32,9	44,1	43,8	47,4	23,3	8,5
X	14,3	20,3	27,0	44,1	58,7	35,6
Среднее за сезон $\pm SD$	21,7 \pm 14,7	29,1 \pm 18,2	47,9 \pm 12,6	57,0 \pm 13,8	30,4 \pm 16,2	13,9 \pm 13,7
Озеро Баторино						
V	30,9	24,7	57,8	67,0	11,3	8,3
VI	58,7	47,7	33,3	50,2	8,0	2,1
VII	32,6	41,4	44,5	50,6	22,9	8,0
VIII	50,9	57,5	27,3	32,5	21,8	10,0
IX	56,5	71,5	15,3	24,4	28,2	4,1
X	66,2	72,8	7,9	18,0	25,9	9,2
Среднее за сезон $\pm SD$	49,3 \pm 14,5	52,6 \pm 18,5	31,0 \pm 18,4	40,5 \pm 18,6	19,7 \pm 8,2	7,0 \pm 3,1

П р и м е ч а н и е . Среднесезонные значения численности и биомассы зоопланктона в 2013 г. и за несколько предыдущих лет представлены в табл. 4.13.4.

Таблица 4.13.4

Среднесезонные величины численности и биомассы зоопланктона в озерах Нарочь, Мястро, Баторино в сравнении со средними многолетними

Численность, тыс. экз/м ³				Биомасса, г сырой массы /м ³			
2006–2010 гг.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2006–2010 гг.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Озеро Нарочь*							
120,2 ± 28,7	122,9 ± 88,2	72,5 ± 45,2	101,7 ± 36,0	0,56 ± 0,13	0,92 ± 0,58	0,43 ± 0,29	0,69 ± 0,23
Озеро Мястро							
210,8 ± 38,8	162,1 ± 54,8	164,0 ± 63,4	176,8 ± 83,2	1,44 ± 0,16	1,71 ± 0,62	1,83 ± 0,57	1,80 ± 1,10
Озеро Баторино							
308,9 ± 65,8	317,9 ± 72,3	234,8 ± 80,7	282,0 ± 63,9	1,47 ± 0,52	3,18 ± 1,53	1,84 ± 0,77	2,31 ± 0,32

* Среднее для Малого и Большого плесов.

Показатели численности и биомассы зоопланктона Нарочанских озер в 2013 г. существенно не отличались от средних многолетних значений, хотя были несколько выше, чем в предыдущем сезоне.

4.14. Бактериопланктон

В начале вегетационного сезона в оз. Нарочь на Малом и Большом плесах и в оз. Мястро по сравнению с зимним периодом происходит небольшое увеличение численности бактерий, тогда как в оз. Баторино концентрация резко возрастает с $0,88 \pm 0,27$ до $3,38 \pm 0,48$ млн кл/мл. В последующем во всех озерах происходит дальнейший рост численности бактерий с максимумом в июле – августе. На Малом плесе максимальная величина составила $3,28 \pm 0,58$, на Большом – $3,63 \pm 0,34$ млн кл/мл, в оз. Мястро – $3,88 \pm 0,45$ и в оз. Баторино – $6,41 \pm 0,71$ млн кл/мл. К концу вегетационного сезона концентрация бактерий снижается, как показано на рис. 6.

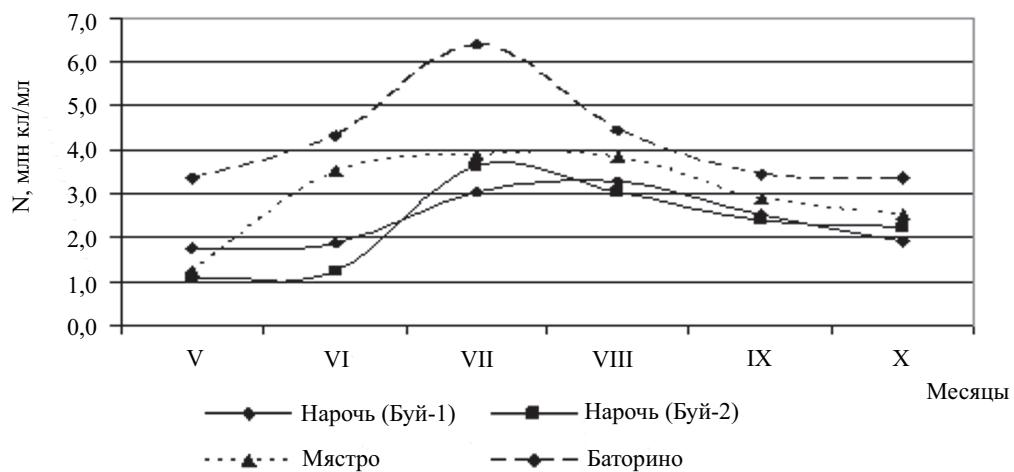


Рис. 6. Сезонный ход численности бактериопланктона в озерах Нарочанской группы

Для оз. Нарочь средняя концентрация бактериопланктона за вегетационный сезон 2013 г. составила $2,39 \pm 0,65$ (Малый плес) и $2,27 \pm 0,99$ (Большой плес) млн кл/мл. Незначительно она отличалась в оз. Мястро – $2,98 \pm 1,00$ и в 1,5 раза выше в оз. Баторино – $4,23 \pm 1,18$ млн кл/мл.

Средневегетационная биомасса бактериопланктона в исследуемых озерах представлена на рис. 7.

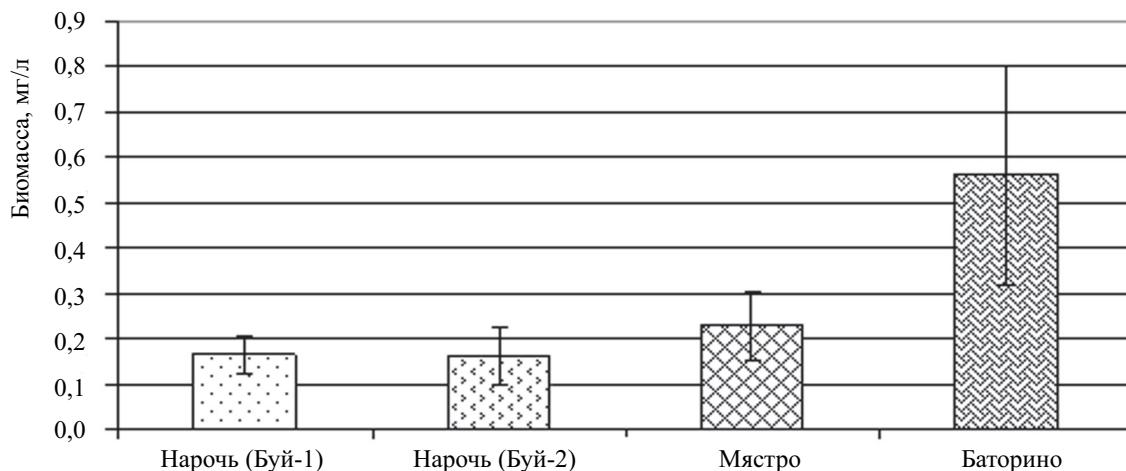


Рис. 7. Биомасса бактериопланктона в озерах Нарочанской группы за вегетационный сезон 2013 г.

Биомасса бактериопланктона на обоих плесах оз. Нарочь за текущий период близка и составляет соответственно $0,164 \pm 0,041$ и $0,161 \pm 0,062$ мг/л, в оз. Мястро – $0,244 \pm 0,064$ мг/л. В оз. Баторино средневегетационная биомасса бактерий в 2,5 раза выше, чем в оз. Мястро и в 3,5 раза выше в сравнении с оз. Нарочь. Такая биомасса в оз. Баторино обусловлена как высокой численностью, так и более крупными бактериальными клетками. На рис. 8 представлена частота встречаемости клеток разного объема.

В озерах Нарочь и Мястро основная масса клеток находится в диапазоне $0,06$ – $0,07$ $\mu\text{м}^3$, тогда как в оз. Баторино широкий размерный спектр наиболее часто встречающихся клеток – $0,06$ – $0,70$ $\mu\text{м}^3$.

Данные количественного развития бактериопланктона текущего года в сравнении с многолетними представлены в табл. 4.14.1.

В оз. Нарочь в 2013 г. численность бактериопланктона остается на прежнем уровне – $2,42 \pm 0,74$ (2012) и $2,33 \pm 0,80$ млн кл/мл (2013). В оз. Мястро по сравнению с двумя предыдущими годами наблюдается тенденция к снижению, хотя ранее представленные пятилетние значения численности бактерий, как и в текущем году, соответствуют уровню трофии этого озера и находятся в пределах 2,5–3,0 млн кл/мл. В оз. Баторино сохраняется стабильная ситуация.

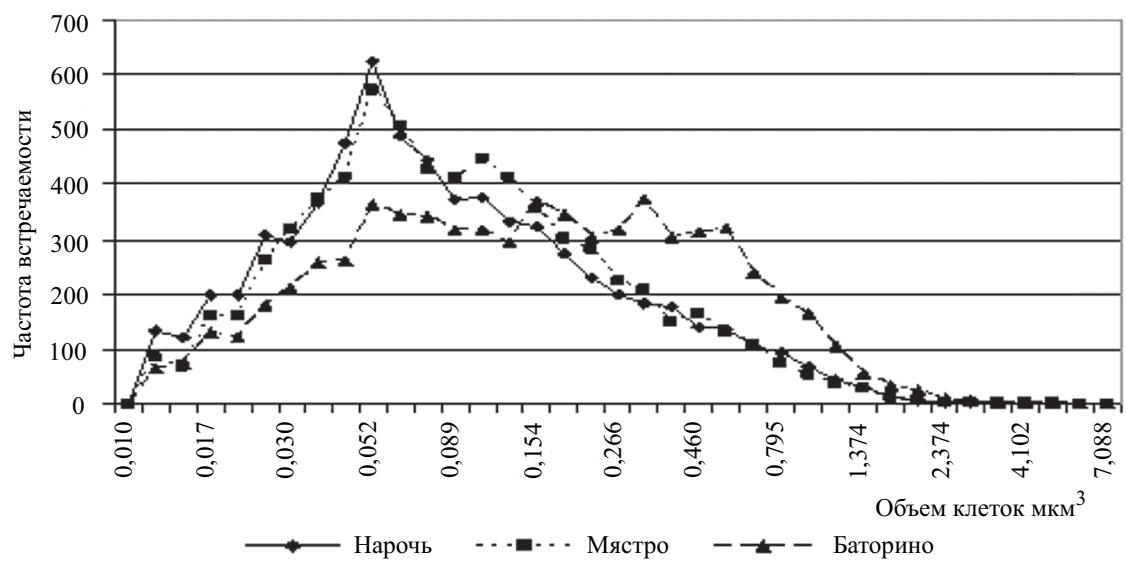


Рис. 8. Частота встречаемости бактериальных клеток разного объема в озерах Нарочь, Мястро и Баторино (вегетационный сезон)

Таблица 4.14.1

**Численность бактериопланктона (млн кл/мл) в озерах за вегетационный сезон 2013 г.
в сравнении с многолетними данными**

Месяц	2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2011 г.	2012 г.	2013 г.
	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>
Озеро Нарочь							
V	0,96	0,49	1,72	0,50	1,98	1,50	1,41
VI	1,37	0,73	1,90	0,58	1,85	2,44	1,56
VII	1,72	0,69	2,20	0,61	2,55	2,73	3,33
VIII	1,68	0,54	2,47	0,52	1,85	3,61	3,15
IX	1,15	0,35	1,87	0,63	1,30	2,43	2,46
X	0,75	0,02	1,89	0,42	1,04	1,81	2,09
Среднее за сезон $\pm SD$	$1,20 \pm 70,39$		$2,01 \pm 0,27$		$1,76 \pm 0,53$	$2,42 \pm 0,74$	$2,33 \pm 0,80$
Озеро Мястро							
V	1,85	0,44	2,70	0,94	5,84	2,82	1,25
VI	2,19	0,60	2,69	0,98	4,21	3,09	3,51
VII	2,79	0,63	3,02	1,14	9,41	3,53	3,88
VIII	2,89	0,47	3,84	1,39	4,02	4,39	3,83
IX	2,14	0,47	3,01	0,98	3,62	4,42	2,86
X	1,58	0,51	2,97	1,11	3,09	3,31	2,53
Среднее за сезон $\pm SD$	$2,24 \pm 0,52$		$3,04 \pm 0,42$		$5,03 \pm 2,34$	$3,59 \pm 0,67$	$2,98 \pm 1,00$
Озеро Баторино							
V	2,94	0,37	3,32	1,81	2,81	3,49	3,38
VI	3,93	0,97	4,63	1,98	3,58	4,87	4,33
VII	5,59	0,80	5,20	1,69	7,20	7,31	6,41
VIII	5,64	1,29	5,86	1,06	3,57	8,38	4,43
IX	4,48	1,95	4,19	1,54	4,39	6,15	3,45
X	2,94	0,77	3,64	1,63	4,75	5,25	3,35
Среднее за сезон $\pm SD$	$4,25 \pm 1,21$		$4,47 \pm 0,96$		$4,38 \pm 1,54$	$5,91 \pm 1,76$	$4,23 \pm 1,18$

Таким образом, изучение бактериального сообщества в 2013 г. показало, что в озерах Нарочанской группы происходят среднегодовые колебания численности бактерий в пределах, характерных для трофического статуса данных озер.

4.15. Макрозообентос

Отбор макрозообентоса проводили на оз. Нарочь по схеме полуразреза от берега до глубины (16 м) в Малом плесе озера, в озерах Мястро и Баторино – по полуразрезам от берега до максимальной глубины (см. рисунок на третьей сторонке обложки). В разделе представлены данные для 2012 г. в силу того, что пробы, отобранные в 2013 г., в соответствии с существующими методиками* должны выдерживаться не менее четырех месяцев со дня фиксации организмов для стабилизации их веса. Результаты камеральной обработки этих проб будут представлены в выпуске «Бюллетея» за 2014 г. Видовой состав макробентоса трех озер представлен в табл. 4.15.1. Всего в 2012 г. отмечено 122 таксона бентосных беспозвоночных организмов, из них в оз. Нарочь – 109, в оз. Мястро – 89 и в оз. Баторино – 59.

* Методы определения продукции водных животных / под ред. Г. Г. Винберга. Минск, 1968. С. 20–24.

Таблица 4.15.1

Видовой состав бентоса озер Нарочь, Мястро и Баторино (по данным сборов 2012 г.)

Видовой состав	Озера
Тип Coelenterata, Cnidaria	
Класс Hydrozoa	
Отряд Hydriida	
Hydriidae n/det	Н, М
Тип Plathelminthes, Platodes	
Класс Tricladida, Turbellaria	
<i>Planaria</i> (Müller, 1773) sp.	Н
Тип Nemathelminthes	
Класс Nematoda	
Nematoda n/det	Н, М, Б
Класс Nematomorpha, Gordiacea	
<i>Gordius aquaticus</i> (Linne)	Н, М, Б
Тип Annelida	
Класс Clitellata	
Подкласс Oligochaeta	
Oligochaeta n/det	Н, М, Б
Подкласс Hirudinea	
Отряд Rhynchobellida	
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linne, 1758)	Н, М
<i>Helobdella stagnalis</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>Piscicola geometra</i> (Linne, 1761)	Н, М
Отряд Arhynchobellida	
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>E. nigricollis</i> (Brandes, 1900)	Н
Тип Mollusca	
Класс Lamellibranchia, Bivalvia	
Отряд Unioniformes	
<i>Unio</i> (Philipson, 1788) sp.	М
<i>Anodonta</i> (Lamarck, 1799) sp.	М, Б
Отряд Cardiiformes	
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	Н, М, Б
Отряд Luciniformes	
<i>Sphaerium</i> (Scopoli, 1777) sp.	Н, М
<i>Pisidium</i> (Pfeiffer, 1821) sp.	Н, М, Б
<i>Musculium creplini</i> (Dunker, 1845)	Н
<i>Musculium</i> (Link, 1807) sp.	Н, М
<i>Euglesa</i> (Leach in Jenyns, 1832) sp.	Н
Класс Gastropoda	
Отряд Lymnaeiformes	
<i>Limnaea stagnalis</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>L. auricularia</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>L. ovata</i> (Draparnaud, 1805)	Н, М, Б

Продолжение табл. 4.15.1

Видовой состав	Озера
<i>L. palustris</i> (O. F. Müller, 1774)	H, M, B
<i>Acroloxis lacustris</i> (Linne, 1758)	H, M, B
<i>Planorbis planorbis</i> (Linne, 1758)	H, M
<i>P. carinatus</i> (O. F. Müller, 1774)	H
<i>Anisus vortex</i> (Linne, 1758)	H, M
<i>A. vorticulus</i> (Troschel, 1834)	H, M
<i>A. dispar</i> (Westerlun, 1871)	H, M, B
<i>A. contortus</i> (Linne, 1758)	H, M
<i>A. spirorbis</i> (Linne, 1758)	H
<i>A. septemgyratus</i> (Rossmaessler, 1835)	H
<i>A. albus</i> (O. F. Müller, 1774)	H
<i>Anisus</i> (Studer, 1820) sp.	H, M
<i>Hippeutis</i> (Agassiz in Charpentier, 1837) sp.	H
<i>Segmentina nitida</i> (O. F. Müller, 1774)	H
<i>Planorbarius corneus</i> (Linne, 1758)	H, M, B
<i>Pl. purpura</i> (O. F. Müller, 1774)	H, M
<i>Physa fontinalis</i> (Linne, 1758)	H
Отряд Ectobranchia	
<i>Valvata cristata</i> (O. F. Müller, 1774)	H, M, B
<i>V. depressa</i> (C. Pfeiffer, 1828)	H, M, B
<i>V. piscinalis</i> (O. F. Müller, 1774)	M
<i>V. pulchella</i> (Studer, 1820)	H, M
<i>V. planorbulina</i> (Paladilhe, 1867)	H, M
<i>V. ambigua</i> (Westerlun, 1873)	H, M, B
<i>V. antiqua</i> (Sowerby, 1838)	M
<i>V. profunda</i> (Clessin, 1887)	M
Отряд Vivipariformes	
<i>Viviparus viviparus</i> (Linne, 1758)	H, M, B
<i>V. contextus</i> (Millet, 1813)	H
Отряд Lymnaeiformes	
<i>Bithynia tentaculata</i> (Linne, 1758)	H, M, B
<i>B. inflata</i> (Hansen, 1845)	H
<i>Codiella leachi</i> (Sheppard, 1823)	H
Отряд Neritopsiformes	
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linne, 1758)	H, M
Тип Arthropoda	
Класс Crustacea	
Отряд Amphipoda	
<i>Gammarus lacustris</i> (Fabricius, 1776)	H
Отряд Isopoda	
<i>Asellus aquaticus</i> (Linne, 1758)	H, M, B
Класс Arachnida	
<i>Hydracarina</i> n. det.	H, M, B

Видовой состав	Озера
Класс Insecta	
Отряд Megaloptera	
<i>Sialis</i> (Latreille, 1802) sp.	H, M
Отряд Odonata	
<i>Sympetrum flaveolum</i> (Linne, 1758)	H, M
<i>Libellula depressa</i> (Linne, 1758)	H
<i>Coenagrion puella</i> (Linne, 1758)	H
<i>C. pulchellum</i> (van der Linden, 1823)	H
<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier, 1828)	H
Отряд Ephemeroptera	
<i>Ephemera vulgata</i> (Linne, 1758)	H
<i>Caenis horaria</i> (Linne, 1758)	H, M, Б
<i>Cloeon dipterum</i> (Linne, 1758)	H
Отряд Heteroptera	
<i>Plea minutissima</i> (Leach, 1817)	H, M, Б
<i>Ilyocoris cimicoides</i> (Linne, 1758)	H, M, Б
<i>Nepa cinerea</i> (Linne, 1758)	H
<i>Notonecta</i> (Linne, 1758) sp.	H, M, Б
<i>Gerris lacustris</i> (Linne, 1758)	H, M, Б
Отряд Coleoptera	
<i>Haliphus</i> (Latreille, 1802) sp.	H, M, Б
<i>Donacia</i> (Fabricius, 1775) sp.	H, M
Отряд Trichoptera	
<i>Limnephilus</i> (Leach, 1815) sp.	H, M, Б
<i>Cyrnus flavidus</i> (McLachlan, 1864)	H, M, Б
<i>Holocentropus picicornis</i> (Stephens, 1836)	H
<i>Orthotrichia tetensis</i> (Kolbe, 1887)	H
<i>Leptocerus tineiformis</i> (Curtis, 1834)	H, M
<i>Athripsodes aterrimus</i> (Stephens, 1836)	H, M
<i>Molanna angustata</i> (Curtis, 1834)	H, M
Отряд Diptera	
<i>Ceratopogonidae</i> gen. sp.	H, M, Б
<i>Chaoborus cristallinus</i> (de Geer)	
<i>Culex</i> (Linne, 1758) sp.	
Семейство Chironomidae	
<i>Tanytarsus gr. gregarius</i> (Kieffer, 1909)	H, M, Б
<i>T. gr. mancus</i> v. d. (Wulp, 1856)	H, M, Б
<i>T. gr. lauterborni</i> (Kieffer, 1909)	H, M, Б
<i>T. gr. lobatifrons</i> (Kieffer, 1914)	H, M,
<i>T. gr. pediceffiferus</i> (Birula, 1931)	H
<i>Micropsectra praecox</i> (Meigen, 1818)	H, M, Б
<i>Rheotanytarsus gr. exiguus</i> (Johannsen, 1937)	H
<i>Pseudochironomus prasinatus</i> (Staeger, 1839)	H

Окончание табл. 4.15.1

Видовой состав	Озера
<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> (Kieffer, 1921)	Н, М, Б
<i>C. gr. viridulus</i> (Fabricius, 1805)	Н, М, Б
<i>C. gr. vulneratus</i> (Zetterstedt, 1860)	Н, М
<i>C. gr. camptolabis</i> (Kieffer, 1924)	Н
<i>Limnochironomus</i> gr. <i>nervosus</i> (Staeger, 1839)	Н, М, Б
<i>L. gr. tritomus</i> (Kieffer, 1916)	Н, М, Б
<i>Chironomus</i> f.l. <i>plumosus</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>C. (lobochironomus) dorsalis</i> (Meigen, 1818)	Н, М, Б
<i>C. tentans</i> (Fabricius, 1805)	Н, М, Б
<i>Glyptotendipes</i> gr. <i>gripekoveni</i> (Kieffer, 1913)	Н, М, Б
<i>Einfeldia</i> gr. <i>carbonaria</i> (Meigen, 1928)	М, Б
<i>Ein. f.l. pagana</i> (Meigen, 1838)	Н
<i>Polypedilum</i> gr. <i>convictum</i> (Walker, 1856)	М, Б
<i>P. gr. breviantennatum</i> (Tshernovskij, 1949)	Н, М, Б
<i>P. (Polypedilum) nubeculosum</i> (Meigen, 1818)	М, Б
<i>P. (Tripodura) scalaenum</i> (Schraenck, 1803)	Н, М, Б
<i>Pentapedilum</i> gr. <i>exectum</i> (Kieffer, 1915)	Н
<i>Allochironomus</i> (Kieffer, 1928) sp.	Н, М, Б
<i>Endochironomus</i> gr. <i>tendens</i> (Fabricius, 1794)	Н, М, Б
<i>En. gr. dispar</i> (Meigen, 1818)	Н, М
<i>Microtendipes</i> gr. <i>chloris</i> (Meigen, 1818)	Н, М, Б
<i>Stictochironomus</i> gr. <i>histrio</i> (Fabricius, 1794)	Н, М, Б
<i>Psectrocladius</i> gr. <i>psilopterus</i> (Kieffer, 1906)	Н, М
<i>Cricotopus</i> gr. <i>algarum</i> (Kieffer, 1911)	Н, М
<i>C. gr. silvestris</i> (Fabricius, 1794)	Н, М
<i>Ablabesmyia</i> gr. <i>lentiginosa</i> (Fries, 1823)	Н, М, Б
<i>Ablabesmyia</i> (Johannsen, 1905) sp.	Н, М, Б
<i>Procladius</i> (Scuse, 1889) sp.	Н, М, Б
<i>Harnischia fuscimanus</i> (Kieffer, 1921)	Н
<i>Eukiefferiella longicalcar</i> (Kieffer, 1911)	М
<i>Tanypus punctipennis</i> (Meigen, 1918)	М, Б
<i>T. vilipennis</i> (Kieffer, 1918)	М, Б
<i>Psectrotanypus varius</i> (Fabricius, 1787)	Б

По сравнению со списком видов в озерах за 2011 г. в оз. Нарочь в 2012 г. прибавились следующие виды: *Musculium creplini* (Dunker, 1845); *Anisus spirorbis* (Linne, 1758); *A. septemgyratus* (Rossmaessler, 1835); *A. albus* (O. F. Müller, 1774); *Bithynia inflata* (Hansen, 1845); *Donacia* (Fabricius, 1775) sp.; *Culex* (Linne, 1758) sp.; *Tanytarsus* gr. *lobatifrons* (Kieffer, 1914); *T. gr. pediceffferus* (Birula, 1931); *Cryptochironomus* gr. *viridulus* (Fabricius, 1805); *C. gr. conjungens* (Kieffer, 1918); *C. gr. pararostratus* (Lenz, 1938) в оз. Мястро: *Planaria* (Müller, 1773) sp; *Piscicola geometra* (Linne, 1761); *Anisus contortus* (Linne, 1758); *Planorbarius purpura* (O. F. Müller, 1774); *Valvata antiqua* (Sowerby, 1838); *V. profunda* (Clessin, 1887); *Sialis* (Latreille, 1802) sp.; *Tanytarsus* gr. *lobatifrons* (Kieffer, 1914); *Cryptochironomus* gr. *vulneratus* (Zetterstedt, 1860); *Cricotopus* gr. *algarum* (Kieffer, 1911); *C. gr. silvestris* (Fabricius, 1794); *Ablabesmyia* (Johannsen, 1905) sp.; *Tanypus vilipennis* (Kieffer, 1918); *Eukiefferiella longicalcar* (Kieffer, 1911) и в оз. Баторино: *Anodonta* (Lamarck, 1799) sp.; *Haliphus* (Latreille, 1802) sp.; *Limnephilus* (Leach, 1815)

sp.; *Molanna angustata* (Curtis, 1834); *Limnochironomus* gr. *tritomus* (Kieffer, 1916); *Chironomus* (*Lobochironomus*) *dorsalis* (Meigen, 1818); *C. tentans* (Fabricius, 1805); *Glyptotendipes* gr. *gripekoveni* (Kieffer, 1913); *Microtendipes* gr. *chloris* (Meigen, 1818); *Ablabesmyia* (Johannsen, 1905) sp.; *Ab.* gr. *lentiginosa* (Fries, 1823); *Tanypus vilipennis* (Kieffer, 1918); *T. punctipennis* (Meigen, 1918).

Не были обнаружены по данным сборов за 2012 г. (по сравнению с 2011 г.) в оз. Нарочь виды: *Valvata piscinalis* (O. F. Müller, 1774); *V. antiqua* (Sowerby, 1838); *Libellula quadrimaculata* (Linne, 1758); *Coenagrion* (Kirby, 1890) sp.; *C. vernale* (Charpentier, 1840); *Oxyethira costalis* (Curtis, 1834); *Athripsodes* (Billberg, 1820) sp.; *Agraylea multipunctata* (Curtis, 1834); *Ithytrichia lamellaris* (Eaton, 1873); *Polypedilum* (*Polypedilum*) *nubeculosum* (Meigen, 1818); *Endochironomus* gr. *dispar* (Meigen, 1818); *Orthocladius* (Brundin, 1956) sp.; *Ort.* gr. *saxicola* (Kieffer, 1911); в оз. Мястро: *Euglesa* (Leach in Jenyns, 1832) sp.; *Segmentina nitida* (O. F. Müller, 1774); *Viviparus contectus* (Millet, 1813); *Gammarus lacustris* (Fabricius, 1776); *Aeschna cyanea* (O. F. Müller, 1764); *Ephemera vulgata* (Linne, 1758); *Limnephilus stigma* (Curtis); *Agrypnia pagenata* (Curtis, 1835); *Phryganea bipunctata* (Retzius, 1783); *Rheotanytarsus* gr. *exiguus* (Johannsen, 1937); *Polypedilum* (Kieffer, 1913) sp.; *Endochironomus albipennis* (Meigen, 1830); *Orthocladius* gr. *saxicola* (Kieffer, 1911); *Paratendipes* gr. *albimanus* (Meigen, 1818) и в оз. Баторино: *Unio* (Philipson, 1788) sp.; *Sphaerium* (Scopoli, 1777) sp.; *Planorbis planorbis* (Linne, 1758); *Valvata piscinalis* (O. F. Müller, 1774); *V. planorbulina* (Paladilhe, 1867); *V. antiqua* (Sowerby, 1838); *Ischnura elegans* (van der Linden, 1823); *Ilyocoris cimicoides* (Linne, 1758); *Cyrnus flavidus* (McLachlan, 1864); *Rheotanytarsus* gr. *exiguus* (Johannsen, 1937); *Pentapedilum* gr. *exectum* (Kieffer, 1915)

Различия в списках видового состава беспозвоночных животных за разные годы исследований в качественных и количественных пробах бентоса могут быть объяснены следующими предположениями. Ежегодно сменяющиеся погодные условия и особенности их развития носят непредсказуемый и весьма разнообразный характер. Различная продолжительность ледостава, сроки схода ледяного покрова, температура, ветровая и волновая активность, количество и характер поведения выпадающих осадков – факторы, вызывающие в водоемах незакономерное изменение на протяжении сезонов показателей водной массы, придонных и поровых вод (содержания кислорода, температурного режима, проникновения света на разные глубины и др.). Нередки случаи возникновения заморных или близких к ним явлений зимой (при долгом стоянии льда на озерах) и летом (в экстремально жаркие и безветренные периоды). В свою очередь это сказывается на развитии и пространственном распределении донных обитателей, приуроченных к существованию в строго определенных биотопах. Влияние на неравномерный характер расселения бентоса также оказывают наличие доступной кормовой базы, пресс хищников высшего порядка, различное развитие погруженных в воду и воздушно-водных макрофитов, свойственная многим организмам агрегация в рассматриваемых биоценозах. В составе приведенного в списке бентоса, как правило, больше половины – гетеротопные организмы, развитие которых связано, помимо водной среды, и с их сухопутным существованием. Любые ветровые, температурные изменения, изменения давления и влажности в атмосфере, а также смена береговых биотопов могут приводить к смене мест и времени роения, размножения этой группы беспозвоночных.

Пробы ежегодного мониторинга по озерам отбираются по определенным полуразрезам и биотопам, на одних и тех же глубинах (места отбора проб бентоса постоянны и занесены в GPS). В силу ограниченности количества отбираемых проб, многолетней и сезонной пространственной миграцией организмов, неравномерностью их развития, связанной с погодными условиями, кормовой базой, прессом хищников и рядом других факторов, происходит перестройка не только таксономического состава, но нередко и количественных характеристик бентосного сообщества в разные годы исследований на данной территории наблюдения.

Количественные характеристики по основным группам животных бентосного сообщества сведены в табл. 4.15.2 и 4.15.3. В табл. 4.15.4 показано изменение общей плотности и биомассы бентоса на различных глубинах озер.

Величины средневзвешенных биомасс и плотности поселения зообентоса в целом для озер в 2012 г. расположились в следующем порядке: в оз. Нарочь – 15,59 и 2,3; в оз. Мястро – 5,77 и 0,9 и в оз. Баторино – 1,00 г/м² и 0,3 тыс. экз/м² (см. табл. 4.15.2).

Таблица 4.15.2

Средневзвешенные величины плотности (N, тыс. экз/м²) и биомассы (B, г/м²) макробентоса в 2012 г.

Дата	Общая		Oligochaeta		Mollusca		Crustacea		Chironomidae		Прочие	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Озеро Нарочь												
VI	2,1	15,13	0,1	0,48	0,8	7,75	0,1	1,37	0,7	1,37	0,4	4,15
VII	1,9	7,91	0,1	0,70	0,6	5,46	0,1	0,21	1,0	0,91	0,1	0,64
VIII	2,3	9,56	0,2	0,42	0,8	7,42	0,02	0,09	1,1	1,19	0,2	0,43
X	2,1	15,13	0,1	0,48	0,8	7,75	0,1	1,37	0,7	1,37	0,4	4,15
Средние	2,3	15,59	0,2	0,69	0,8	10,16	0,2	1,18	0,9	1,31	0,3	2,25
SD	0,4	9,9	0,1	0,3	0,1	6,6	0,2	1,4	0,2	0,4	0,2	2,0
Озеро Мястро												
VI	0,8	5,19	0,1	0,10	0,05	1,43	0	0	0,6	3,16	0,1	0,50
VII	1,1	7,17	0,1	0,12	0,05	0,92	0	0	0,8	5,68	0,1	0,46
VIII	0,7	4,26	0,1	0,18	0,04	0,85	0	0	0,5	3,18	0,02	0,05
X	1,0	6,45	0,02	0,02	0,2	2,93	0	0	0,5	2,49	0,3	1,01
Средние	0,9	5,77	0,1	0,10	0,1	1,53	0	0	0,6	3,63	0,1	0,50
SD	0,2	1,3	0,1	0,1	0,1	1,0	0	0	0,1	1,4	0,1	0,4
Озеро Баторино												
VI	0,6	2,08	0,05	0,08	0	0	0	0	0,2	0,64	0,3	1,37
VII	0,1	0,61	0,001	0,01	0,001	0,02	0	0	0,1	0,47	0,03	0,11
VIII	0,1	0,16	0,01	0,03	0	0	0	0	0,1	0,07	0,01	0,06
X	0,2	1,16	0,01	0,01	0,005	0,07	0	0	0,1	0,80	0,1	0,27
Средние	0,3	1,00	0,02	0,03	0,002	0,02	0	0	0,1	0,49	0,1	0,45
SD	0,2	0,8	0,02	0,03	0,002	0,03	0	0	0,1	0,3	0,1	0,6

В 2012 г. максимумы биомассы и значений средневзвешенной плотности животных наблюдали в оз. Нарочь в октябре – 29,78 и 2,9; в оз. Мястро в июле – 7,17 и 1,1; в оз. Баторино в июне – 2,08 г/м² и 0,6 тыс. экз/м². Наименьшими эти показатели были в июле для оз. Нарочь – 7,19 и 1,9; в августе для оз. Мястро – 4,26 и 0,7; для оз. Баторино – 0,16 г/м² и 0,1 тыс. экз/м².

Весомую роль в численности бентоса оз. Нарочь играли хирономиды и моллюски; в оз. Мястро и Баторино – хирономиды и организмы, вошедшие в группу «прочие». В биомассе бентоса высокие значения вклада имели в оз. Нарочь моллюски и прочие организмы, в оз. Мястро – хирономиды и моллюски и в оз. Баторино – хирономиды и организмы, вошедшие в группу «прочие» (см. табл. 4.15.3).

Таблица 4.15.3

Относительное участие (% основных систематических групп организмов в общей численности (N) и биомассе (B) макробентоса в 2012 г.)

Озеро	Oligochaeta		Mollusca		Crustacea		Chironomidae		Прочие	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Нарочь	7,1	4,4	33,0	65,1	8,7	7,6	39,3	8,4	11,9	14,4

Окончание табл. 4.15.3

Озеро	Oligochaeta		Mollusca		Crustacea		Chironomidae		Прочие	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Мястро	8,5	1,8	9,7	26,6	0,0	0,0	67,8	62,9	14,0	8,7
Баторино	6,3	3,4	0,6	2,3	0,0	0,0	50,0	49,3	43,1	45,0

Величины средней плотности и биомассы организмов были максимальны в оз. Нарочь на глубинах от 1 до 4 м, в озерах Мястро и Баторино – от 1 до 2 м (см. табл. 4.15.4). В оз. Баторино высокие количественные показатели бентоса за 2012 г. на пятиметровой глубине обусловлены наличием значительного числа личинок комаров *Chaoborus cristallinus* (de Geer).

Таблица 4.15.4

Общая плотность (*N*, тыс. экз/м²) и биомасса (*B*, г/м²) макробентоса на различных глубинах озер в 2012 г.

Глубина, м	Озеро Нарочь		Озеро Мястро		Глубина, м	Озеро Баторино	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>		<i>N</i>	<i>B</i>
0–2	8,2	15,91	4,1	15,60	1	0,5	1,29
2–4	7,0	89,80	0,3	3,88	2	0,1	0,63
4–6	1,0	11,07	0,3	4,09	3	0,2	1,07
6–8	0,4	1,72	0,3	4,79	4	0,3	0,89
8–10	0,4	0,89	0,4	2,18	5	0,3	2,13
10–12	0,3	3,46	–	–	–	–	–
12–14	0,5	2,45	–	–	–	–	–
14–16	0,4	2,45	–	–	–	–	–

Из табл. 4.15.5 видно, что участие хищного бентоса в численности общего наибольшее в оз. Баторино, меньше в оз. Мястро и в оз. Нарочь. Процент хищников в общей средней биомассе организмов был максимальен в оз. Баторино, меньшим в оз. Нарочь и минимальен в оз. Мястро.

Таблица 4.15.5

Средняя плотность, биомасса и относительное участие в общей численности (*N*), биомассе (*B*) мирного и хищного макробентоса озер в 2012 г.

Озеро	Макрозообентос							
	мирный		хищный		мирный		хищный	
	<i>N</i> , тыс. экз/м ²	<i>B</i> , г/м ²	<i>N</i> , тыс. экз./м ²	<i>B</i> , г/м ²	<i>N</i> , %	<i>B</i> , %	<i>N</i> , %	<i>B</i> , %
Нарочь	1,92	13,50	0,38	2,09	83,3	86,6	16,7	13,4
Мястро	0,64	5,29	0,24	0,48	73,1	91,7	26,9	8,3
Баторино	0,10	0,52	0,16	0,48	39,9	51,8	60,1	48,2

На рис. 9–11 отображен вклад разных групп организмов в общую биомассу бентоса на разных глубинах в озерах Нарочь, Мястро, Баторино.

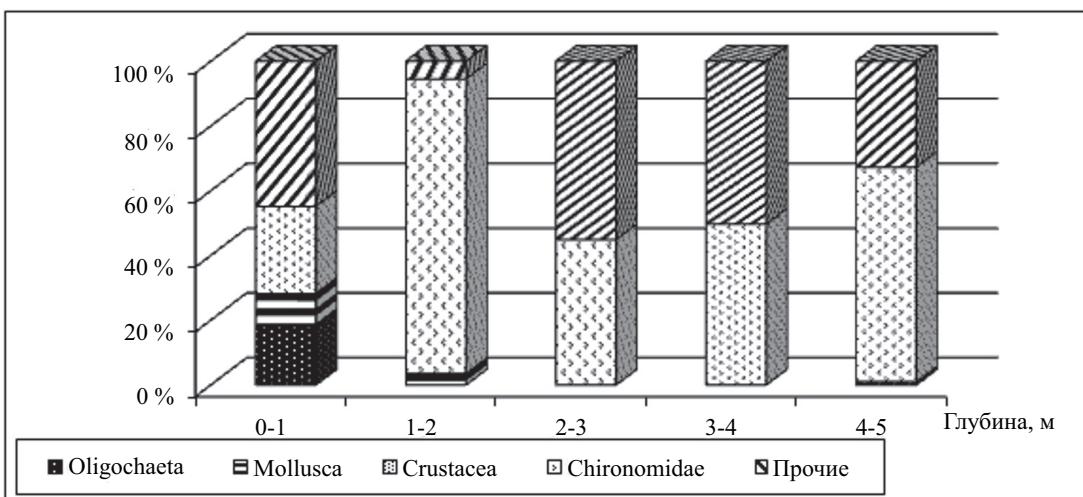


Рис. 9. Относительное участие (%) основных групп животных в общей биомассе макробентоса на различных глубинах оз. Нарочь в 2012 г.

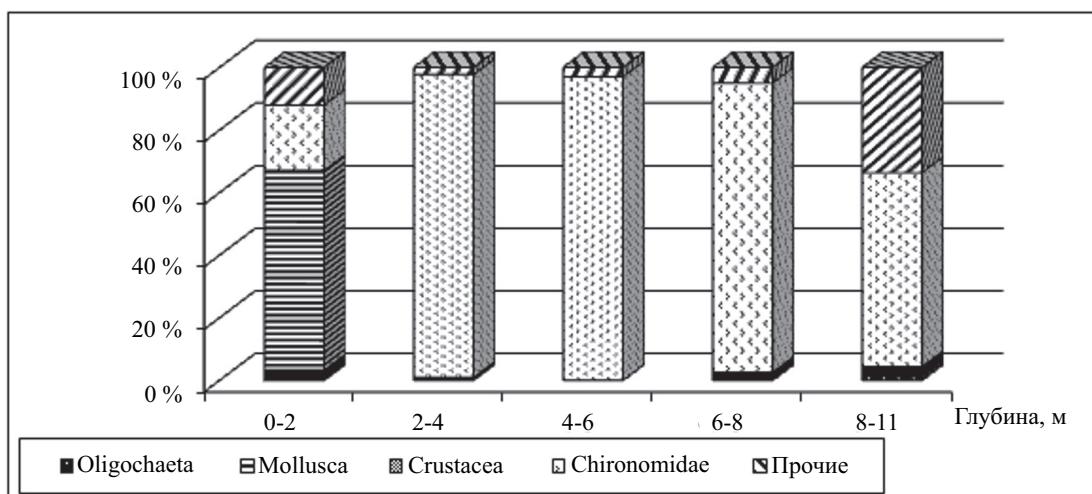


Рис. 10. Относительное участие (%) основных групп животных в общей биомассе макробентоса на различных глубинах оз. Мястрово в 2012 г.

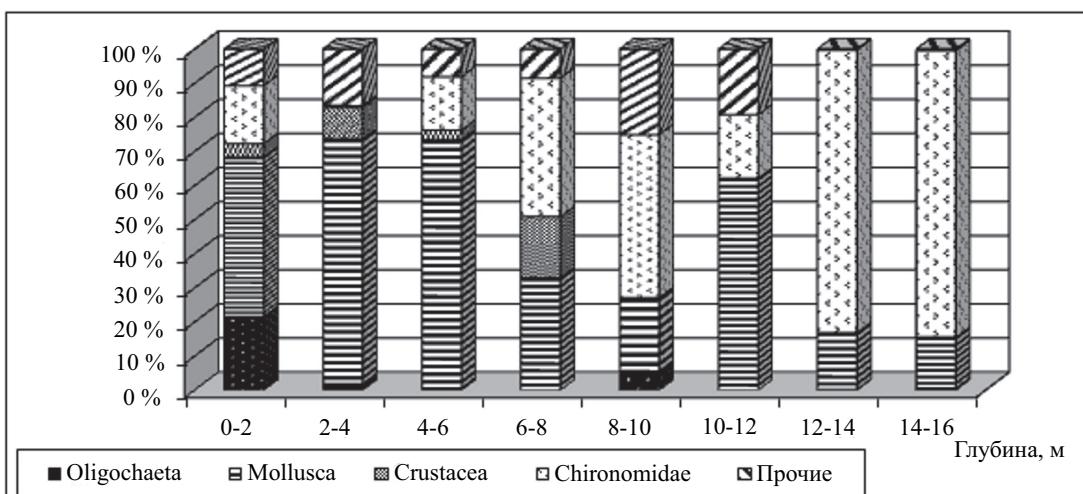


Рис. 11. Относительное участие (%) основных групп животных в общей биомассе макробентоса на различных глубинах оз. Баторино в 2012 г.

В дночерпательных пробах макрозообентоса отдельно вычленяли моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas. В табл. 4.15.6 приведены средние значения плотности и биомассы дрейссены на различных глубинах в оз. Нарочь.

Таблица 4.15.6

Средние величины плотности (N , тыс. экз/м² ($\pm SD$)) и биомассы (B , г/м² ($\pm SD$)) дрейссены по данным дночерпательных проб в оз. Нарочь в 2012 г.

Месяц	Глубина, м											
	0–2		3–4		5–6		7–8		9–10		11–12	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
VI	0,05	13,75	2,40	295,56	0,36	30,08	0,02	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
VII	0,00	0,00	2,02	305,95	0,74	110,32	0,00	0,00	1,02	1071,79	0,00	0,00
VIII	0,03	5,43	0,66	52,16	0,06	2,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X	0,00	0,00	8,12	1128,99	0,96	127,31	0,12	5,39	0,00	0,00	0,20	178,10
Средние	0,02	4,80	3,30	445,67	0,53	67,45	0,04	1,40	0,26	267,95	0,05	44,53
SD	0,02	6,50	3,30	470,40	0,40	60,79	0,06	2,66	0,51	535,90	0,10	89,05

В оз. Мястро в июне 2012 г. на глубине 3,7 м в пробу попали 2 экз. дрейссены с массой 0,5887 г (в среднем 0,04 тыс. экз/м² и 11,77 г/м²), в июле рядом с устьем протоки Скема на глубине 0,7 м в дночерпателе оказалась 1 дрейссена с массой в 0,1084 г (в среднем 0,02 тыс. экз/м² и 2,17 г/м²).

В оз. Баторино в местах отбора количественных проб дрейссена не попадалась.

5. ИССЛЕДОВАНИЯ УРОВНЕЙ УФ-РАДИАЦИИ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ И ВОДНОЙ СРЕДЕ ОЗЕРА НАРОЧЬ

5.1. Вариации уровней УФ-радиации в приземном слое атмосферы в Нарочанском регионе

Уровни биологически активного ультрафиолетового и видимого солнечного излучения являются важными компонентами глобального климата. Их вариации могут привести к нежелательным изменениям биологических процессов, протекающих в приземном слое атмосферы и в водной среде.

Поскольку Нарочанские озера являются важным рекреационным и туристическим ресурсом Республики Беларусь, на базе УНЦ «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ в течение ряда лет проводится систематический контроль экологического состояния этого уникального региона, включающий оценку режима естественной ультрафиолетовой радиации (ЕУР).

Для оценки факторов, влияющих на режим естественного ультрафиолетового излучения, достигающего поверхности Земли, в качестве исследуемых параметров были выбраны значения суточных доз биологически активного УФ-излучения и общего содержания озона (ОСО).

Кроме того, для оперативного информирования населения о возможной угрозе негативного воздействия повышенных доз ультрафиолетового облучения проводится сезонный мониторинг ультрафиолетового индекса.

Измерение суточных доз биологически активного УФ-излучения и определение УФ-индекса проводились в автоматическом режиме приборами Пион-УФ и Пион-Ф, разработанными в ННИЦ МО БГУ*.

В качестве важного дополнительного параметра, влияющего на режим естественного ультрафиолетового излучения, достигающего поверхности Земли, измерялось общее содержание озона в вертикальном столбе атмосферы (ОСО).

Оценивался также характер облачности и аэрозольной составляющей атмосферы. В 2013 г. проведены предварительные эксперименты по измерению наклонных содержаний NO_2 методом MAX-DOAS.

Наиболее активно измерения проводились в летние периоды 2011–2012 гг. В 2013 г. особое внимание уделялось разработке методик и модернизации аппаратуры и программного обеспечения, с использованием опыта накопленного за период работы в 2011–2012 гг.

Основной объем данных получен с помощью двухканального фильтрового фотометра ПИОН-Ф, разработанного в ННИЦ МО БГУ для аппаратного обеспечения сетевого мониторинга уровней солнечного ультрафиолетового излучения.

Всепогодный фотометр ПИОН-Ф предназначен для автоматического измерения энергетической освещенности, создаваемой суммарной (прямая, *dir*, плюс диффузно рассеянная

* Годовое распределение доз УФ-излучения и УФ-индекса в районе озера Нарочь /Атрашевский Ю. И. [и др.] // Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино (2010 год) / А. П. Остапеня [и др.]; под общ. ред. А. П. Остапени. Минск: БГУ, 2011. С. 57–63.

вниз, *difdn*) солнечной УФ-радиацией, в двух спектральных интервалах с максимумами на длинах волн $\lambda 1 = 293$ нм и $\lambda 2 = 325$ нм. Длительность одного измерения ~ 5 с. Частота измерений составляет два измерения в минуту.

Существенная особенность данного фотометра – форма спектра пропускания коротковолнового канала подобрана таким образом, что регистрируемый им сигнал прямо пропорционален мощности дозы биоэффекта «эрите́ма». Таким образом, калиброванный канал может «регистрировать» эритемную дозу УФ-излучения без дополнительной математической обработки.

Базовый модуль фотометра ПИОН-Ф оснащен дополнительными датчиками для регистрации ФАР и суммарной солнечной радиации.

Управление работой базового блока и дополнительных датчиков осуществляется в автоматическом режиме под управлением специально разработанного программного обеспечения.

Анализ данных, полученных в 2011–2013 гг., показал, что за исследованный период среднесуточные дозы биологически активного приземного солнечного УФ-излучения в регионе оз. Нарочь изменились в диапазоне $40\text{--}4250$ $\text{Дж}/\text{м}^2/\text{сут}$.

В летние месяцы максимальные суточные дозы довольно часто приближались к 4000 $\text{Дж}/\text{м}^2$.

Осредненные для каждого месяца величины суточной дозы биологически активной УФ-радиации изменились от 166 ± 96 $\text{Дж}/\text{м}^2$ в январе до 2895 ± 766 $\text{Дж}/\text{м}^2$ в июле (табл. 5.1.1).

Таблица 5.1.1

Среднесуточные и суммарные месячные дозы биологически активной УФ-радиации в районе оз. Нарочь в период 2011–2013 гг.

Месяц	Среднесуточная доза, $\text{Дж}/\text{м}^2$		Суммарная месячная доза, $\text{кДж}/\text{м}^2$
	Среднее	$\pm SD$	
Январь	166	96	5,1
Февраль	417	267	11,3
Март	946	368	28,4
Апрель	1816	618	43,6
Май	2140	926	60,0
Июнь	2884	786	80,8
Июль	2895	766	81,1
Август	2463	781	59,1
Сентябрь	1532	513	46,0
Октябрь	442	282	13,7

Для вегетационного сезона (май – октябрь) среднесуточная доза составила 2059 ± 943 $\text{Дж}/\text{м}^2$, а суммарная доза – 340 $\text{кДж}/\text{м}^2$. В целом за исследованный период (январь – ноябрь) суммарная доза составила 430 $\text{кДж}/\text{м}^2$.

Исследования показывают, что основными факторами, существенно влияющими на уровни приземного УФ-излучения, являются ОСО, характер облачности, аэрозольная оптическая толщина атмосферы и альбедо подстилающей поверхности.

В связи с этим представляет интерес разработка относительно недорогих автоматизированных приборов, позволяющих одновременно проводить несколько видов мониторинга указанных параметров, связанных со спектрами освещенности земной поверхности.

С этой целью для фотометра ПИОН-Ф кроме измерения эритемной дозы приземного УФ-излучения предусмотрена дополнительная методика определения ОСО.

Используемая методика основана на анализе интегральных спектров энергетической освещенности суммарного (прямое + рассеянное) солнечного излучения. Определение значений ОСО проводится на базе сравнения отношений энергетических освещенностей в двух спектральных диапазонах (один из которых попадает в область достаточно сильного поглощения атмосферного озона, а другой находится вне этой области), полученных при

непосредственных измерениях и в результате численного моделирования процесса переноса излучения в атмосфере.

Такой подход обеспечивает ряд преимуществ: отсутствие сложностей, связанных с работой систем наведения и слежения за солнцем, возможность проведения измерений при наличии облачности, а также устойчивость к флуктуациям атмосферы.

Особенностью методики, разработанной для двухканального фильтрового фотометра ПИОН-Ф, является одновременная регистрация излучения, приходящего из полной небесной полусфера в двух спектральных интервалах полушириной 20 нм.

Результаты испытаний, проведенных в течение летних сезонов 2012 и 2013 гг., показали, что при использовании доработанной методики, позволяющей оперативно учесть влияние облачности, можно достаточно успешно применять фотометр ПИОН-Ф также и в качестве сетевого измерителя ОСО.

Измерения ОСО важны, поскольку именно атмосферный озон является основным фактором (наряду с облачностью), регулирующим уровни приземного УФ-излучения. Многолетние исследования показывают существование устойчивой антикорреляции между значениями ОСО и УФ-индекса.

Достаточно сильное влияние на уровни приземного УФ-излучения оказывают также атмосферные аэрозоли (дымки, тонкие облака и т. п.).

На рис. 12 представлен результат сравнения годового распределения значений УФ-индекса в Минском регионе и в районе рекреационной зоны оз. Нарочь.

Более прозрачный воздух в регионе НЦ «Нарочанский» и наличие большой рассеивающей водной поверхности приводит к тому, что уровни приземного УФ-излучения в летний период в этом регионе превышают уровни в мегаполисе Минск. Это наблюдается даже в годы с относительно низкими среднемесячными дозами приземного УФ-излучения, каким являлся 2012 г.

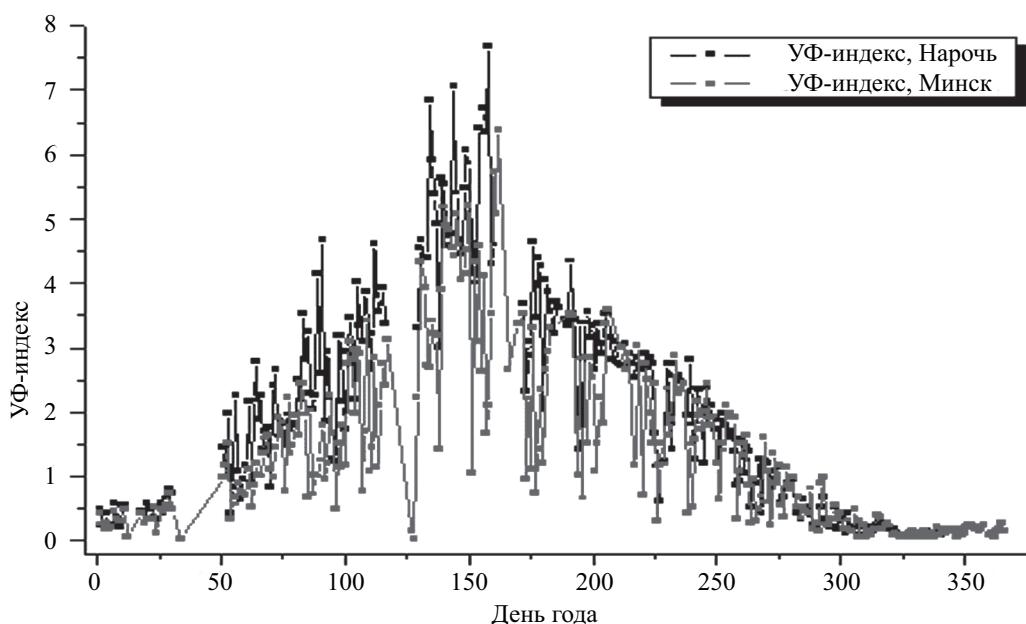


Рис. 12. Годовые распределения значений УФ-индекса в районах Минской озонометрической станции и Биостанции БГУ на оз. Нарочь (данные за 2012 г.)

Тем не менее исследования, проведенные в течение 2010–2013 гг., показывают, что суммарные годовые дозы биологически активного УФ-излучения, зарегистрированные для Нарочанского и Минского регионов, отличаются не столь заметно.

Поэтому для моделирования тенденций изменения уровней приземного УФ-излучения в районе оз. Нарочь в первом приближении можно использовать результаты многолетних наблюдений, проводившихся на Минской озонометрической станции (табл. 5.1.2).

Таблица 5.1.2

Годовые дозы биологических эффектов солнечного УФ-облучения, Минск, 2003–2011 гг.

Год	Эритема, кДж/м ²	ДНК, кДж/м ²
2003	417	6,4
2004	396	6,7
2005	410	6,7
2006	441	6,8
2007	367	6,3
2008	392	6,4
2009	396	6,3
2010	399	6,3
2011	440	6,9

Как видно из табл. 5.1.2, суммарная годовая доза, зарегистрированная в 2011 г. (440 кДж/м²) несколько выше, чем в 2007–2010 гг., и превышает среднюю дозу за период измерений (2003–2011) ~ 406 кДж/м². Оценка сохраняется и с учетом результатов 2012–2013 гг.

Приведенные данные могут быть использованы для ретроспективных оценок УФ-облученности Нарочанского региона.

5.2. Погружной прибор для исследования сезонных вариаций ультрафиолетовой радиации в водном слое акватории озера Нарочь

Мировой опыт свидетельствует об актуальности детальных исследований влияния УФ-радиации на озерные экосистемы разного трофического и биолимнологического типа.

В связи с этим в 2012 г. в Национальном научно-исследовательском центре мониторинга озоносферы БГУ в рамках государственной программы научных исследований «Природно-ресурсный потенциал 3.01» были разработаны технические требования к погружной системе и ее конструкция, а также изготовлен экпериментальный образец погружного прибора для исследования сезонных вариаций УФ-радиации в водном слое акватории оз. Нарочь.

Предварительная информация о приборе приведена в работе*.

Прибор состоит из двух переносных частей: погружной и надводной. В табл. 5.2.1 приведены основные характеристики прибора.

Таблица 5.2.1

Характеристики прибора

Параметры	Количественные характеристики
Напряжение питания	10–15В
Потребляемая мощность	10Вт
Время автономной работы от штатного li-ion аккумулятора емкостью 5600 mAh	4 ч

* Исследование сезонных вариаций уровней и доз солнечного приземного УФ-излучения в районе озера Нарочь в 2012 году / Агеева В. Ю. [и др.] // Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино (2012 год) / Т. В. Жукова [и др.]; под общ. ред. Т. М. Михеевой. Минск : БГУ, 2011. С. 57–63.

Параметры	Количественные характеристики
Максимальная глубина погружения	30 м
Ошибка определения глубины	± 5 см
Спектральный диапазон	285–400 нм или 285–315 нм
Рабочий температурный диапазон	0...+30 °C
Запись результатов измерений	flash-карта памяти 2GB

Конструкция подводной части. Конструкция модуля (рис. 13) состоит из входного коллектора излучения (1) с косинусной характеристикой чувствительности, металлического корпуса (2), системы подвеса погружного модуля (3), нижней крышки основания (8).

Электронная часть подводного модуля представляет собой:

- плату источников питания (5);
- плату аналоговой и цифровой части (6);
- плату датчика температуры воды и датчика протечки корпуса (7);
- блок ФЭУ-142 с делителем напряжения (4);
- датчик давления воды для определения глубины (рис. 14)

Герметичность модуля обеспечивается пятью уплотнительными кольцами в верхней и нижней крышках корпуса.

В качестве входного коллектора излучения для погружной части прибора (рис. 15) был выбран широкоугольный кварцевый объектив типа «рыбий глаз» с косинусной характеристикой чувствительности (1). Кварцевая линза (1) герметично фиксируется в корпусе (2), в котором предусмотрена возможность установки тefлоновых рассеивателей (для коррекции угловой характеристики чувствительности) и системы фильтрации (4), обеспечивающей выделение УФ-Б диапазона. Конструкция коллектора предусматривает возможность регистрации излучения в двух спектральных диапазонах: 285–400 или 285–315 нм.

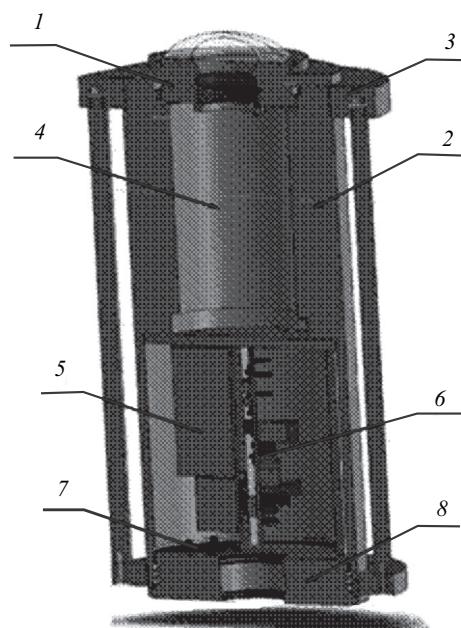


Рис. 13. Конструкция подводного модуля:

1 – входной коллектор излучения; 2 – корпус; 3 – крепление подвеса; 4 – блок ФЭУ; 5 – плата модулей питания; 6 – плата аналоговой и цифровой части; 7 – плата датчика температуры воды и датчика протечки корпуса; 8 – нижняя крышка корпуса

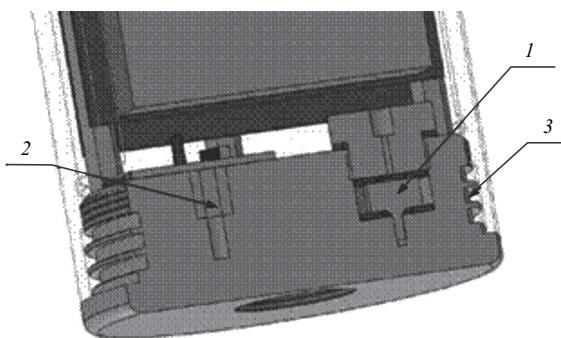


Рис. 14. Конструкция крышки основания:

- 1 – датчик давления воды;
- 2 – датчик температуры воды;
- 3 – пазы для уплотнительных колец

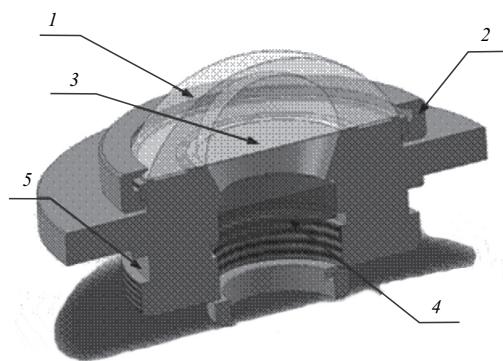


Рис. 15. Входной коллектор излучения с ширококоугольным объективом типа «рыбий глаз»:

- 1 – кварцевая линза;
- 2 – прижимное кольцо;
- 3 – тefлоновый рассеиватель;
- 4 – светофильтр;
- 5 – паз для уплотнительного кольца

Внешний вид изготовленного экспериментального образца погружной части прибора представлен на рис. 16.

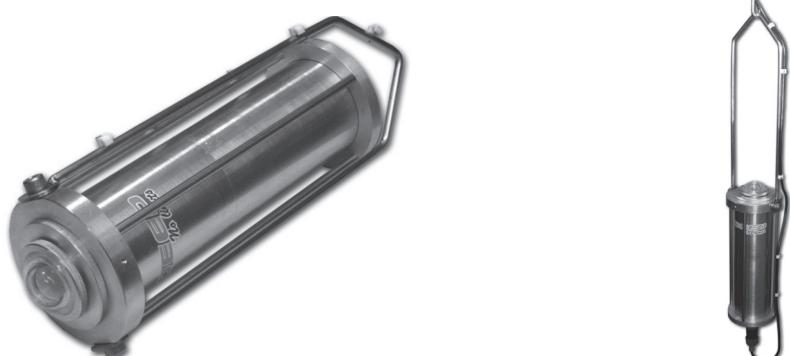


Рис. 16. Внешний вид экспериментального образца погружной части прибора

Конструкция надводной части. В надводном модуле для выделения рабочих спектральных интервалов используется револьверная головка с набором светофильтров. Эскиз конструктивной реализации модуля приведен на рис. 17.

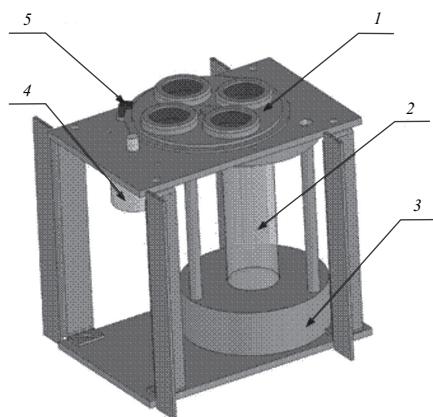


Рис. 17. Эскиз системы спектральной селекции надводного модуля:

- 1 – револьверная головка с набором светофильтров;
- 2 – ФЭУ-142;
- 3 – делитель ФЭУ;
- 4 – шаговый двигатель;
- 5 – оптопара

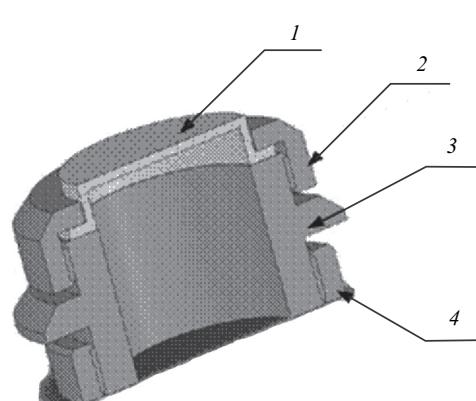


Рис. 18. Конструкция входного коллектора излучения:

- 1 – входной коллектор;
- 2 – верхнее прижимное кольцо;
- 3 – основание;
- 4 – нижнее прижимное кольцо

В качестве входного коллектора используется стандартный тефлоновый коллектор излучения, по конструкции (рис. 18) аналогичный элементу, используемому в фотометре ПИОН-Ф.

Внешний вид изготовленного экспериментального образца надводной части прибора представлен на рис. 19.

Для передачи данных от погружного модуля к надводному используется катушка с кабелем длиной 30 м (рис. 20). Для разделения неподвижной и подвижной части кабеля на катушке используется система скользящих колец.



Рис. 19. Внешний вид экспериментального образца надводной части прибора



Рис. 20. Кабельная катушка

Результаты одновременных измерений, полученные на погружном и наземном модулях, накапливается на SD карте и периодически переписывается на персональный компьютер для последующей обработки. Кроме того, для оперативной оценки результатов предусмотрен вывод результатов текущих значений уровней УФ-радиации на цифровой дисплей.

Для анализа прозрачности водной среды в ультрафиолетовом диапазоне, значения уровней УФ-радиации, полученные на различных глубинах, корректируются с учетом вариаций ЕУР на поверхности водоема в зоне погружения.

Кроме того, следует отметить, что в отличие от зарубежных аналогов данный прибор не требует сопутствующего погружения аквалангиста вместе с ним.

Так, для погружного прибора, измеряющего количество света в заданном спектральном диапазоне, приходящего с небесной полусфера, угловая характеристика должна иметь «косинусный» вид, т. е. подчиняться закону Ламберта $I = I_0 \times \cos \varphi$.

Для получения косинусной характеристики входного коллектора в подводной части прибора используется линза «рыбий глаз» и тонкий тефлоновый рассеиватель.

Угловые и спектральные характеристики погружной и надводной частей прибора представлены на рис. 21, 22.

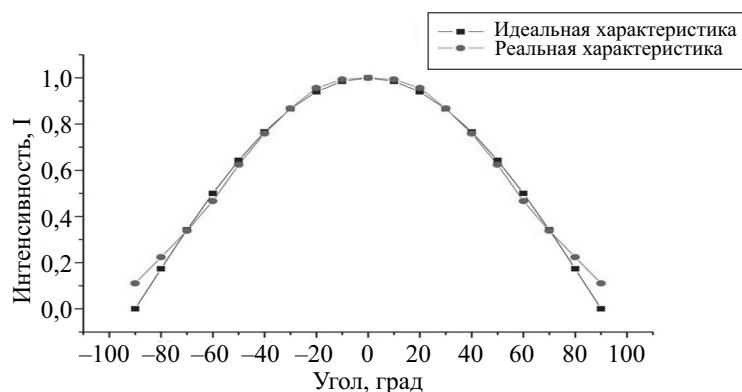


Рис. 21. Угловая характеристика подводной части прибора

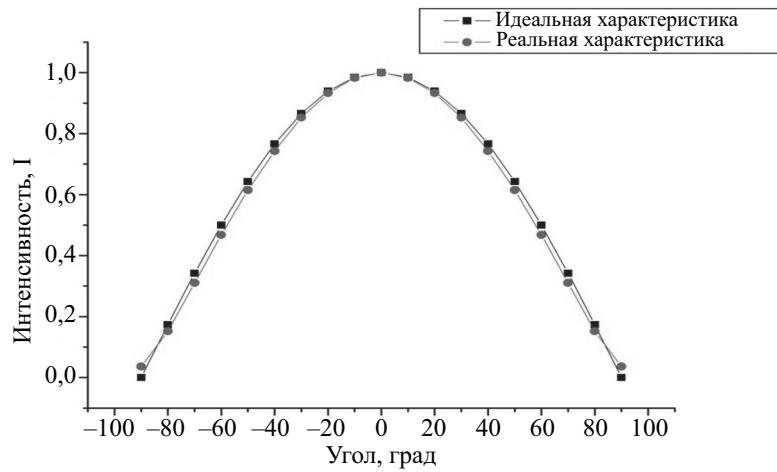


Рис. 22. Угловая характеристика надводной части прибора

На рис. 23, 24 представлены спектральные характеристики подводной части прибора без фильтра и с установленным фильтром.

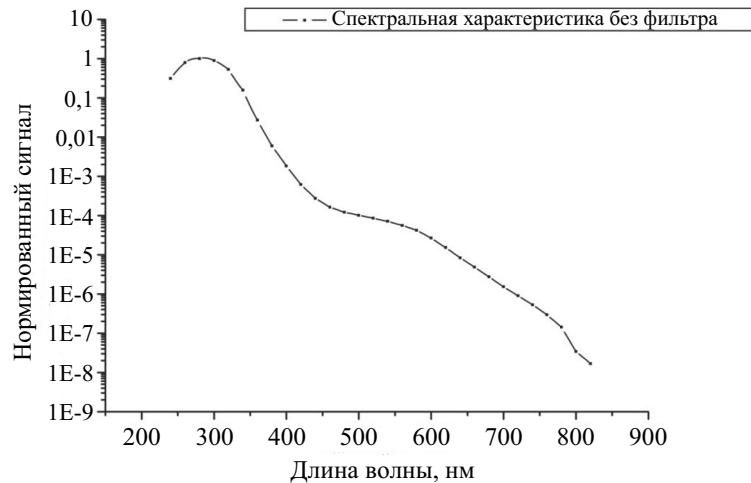


Рис. 23. Спектральная характеристика подводной части прибора без фильтра

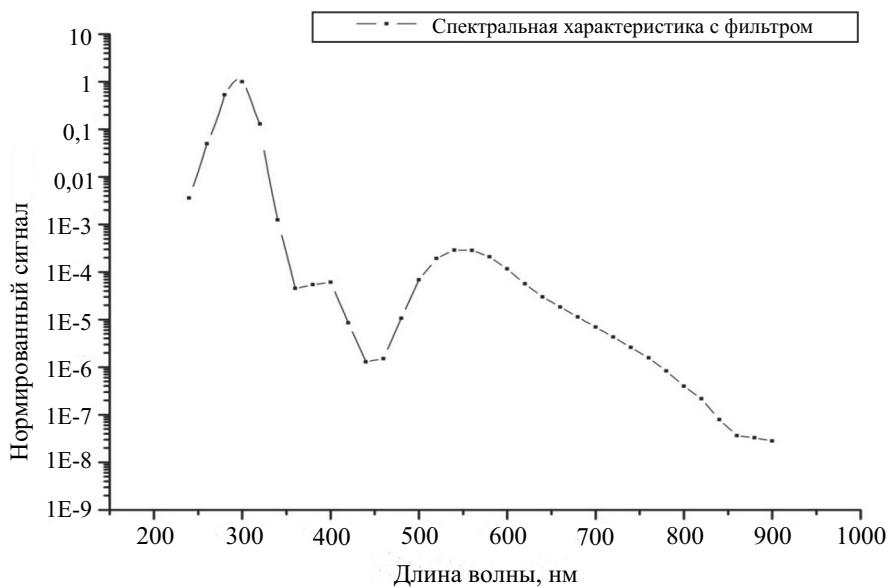


Рис. 24. Спектральная характеристика подводной части прибора с фильтром

На рис. 25, 26 представлены спектральные характеристики надводной части прибора без фильтра и с установленным фильтром.

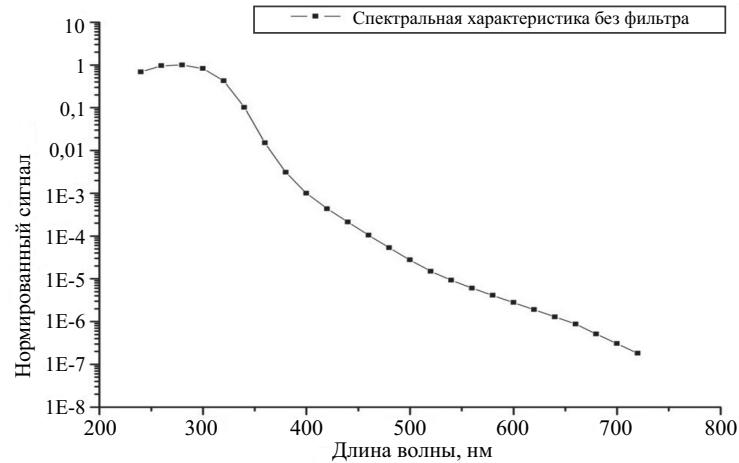


Рис. 25. Спектральная характеристика надводной части прибора без фильтра

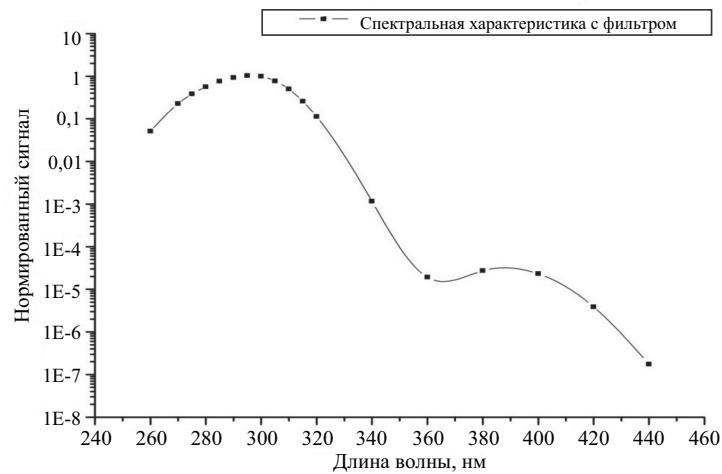


Рис. 26. Спектральная характеристика надводной части прибора с фильтром

В сентябре 2013 г. были проведены натурные испытания прибора на оз. Нарочь (рис. 27). Основная цель испытаний заключалась в проверке работоспособности прибора в реальных условиях, проверке чувствительности прибора к УФ-радиации на разных глубинах, герметичности и надежности конструкции.



Рис. 27. Испытания погружного прибора на оз. Нарочь

Результаты измерений представлены на рис. 28, 29.

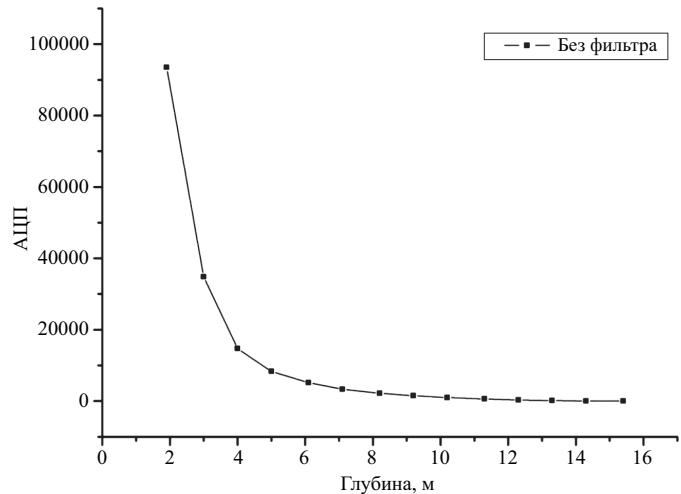


Рис. 28. Результаты измерений в спектральном диапазоне 285–400 нм

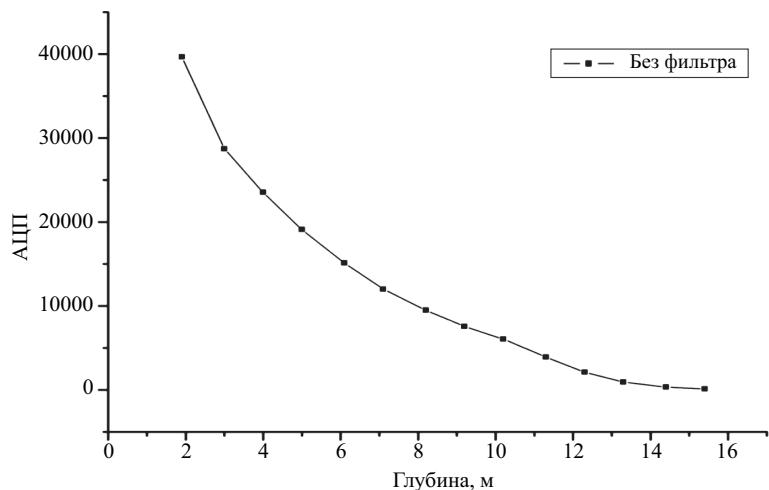


Рис. 29. Результаты измерений в спектральном диапазоне 285–315 нм

По результатам натурных испытаний прибора можно заключить, что чувствительности прибора более чем достаточно, чтобы измерять уровни УФ-радиации под водой, герметичность прибора не нарушается, а конструкция прибора надежна.

Важным практическим результатом натурных испытаний является экспериментальный факт – УФ-излучение в диапазоне 285–315 нм уверенно регистрируется в оз. Нарочь на глубинах 10–12 м.

5.3. Моделирование распределения солнечной радиации в водном слое озера Нарочь

В 2013 г. были проведены пробные модельные расчеты распространения солнечного излучения в водной среде оз. Нарочь.

Расчеты проводились для малых зенитных углов солнца ($\sim 30^\circ$) и в предположении отсутствия береговой линии и отражения дна озера (относительно большие глубины).

В качестве спектра освещенности водной поверхности использовались реально измеренные спектры приземного УФ-излучения.

На рис. 30 показан один из использованных для расчета спектров – спектр СПЭО, зарегистрированный спектрофотометром ПИОН-УФ с достаточно ярко выраженным влиянием облачности.

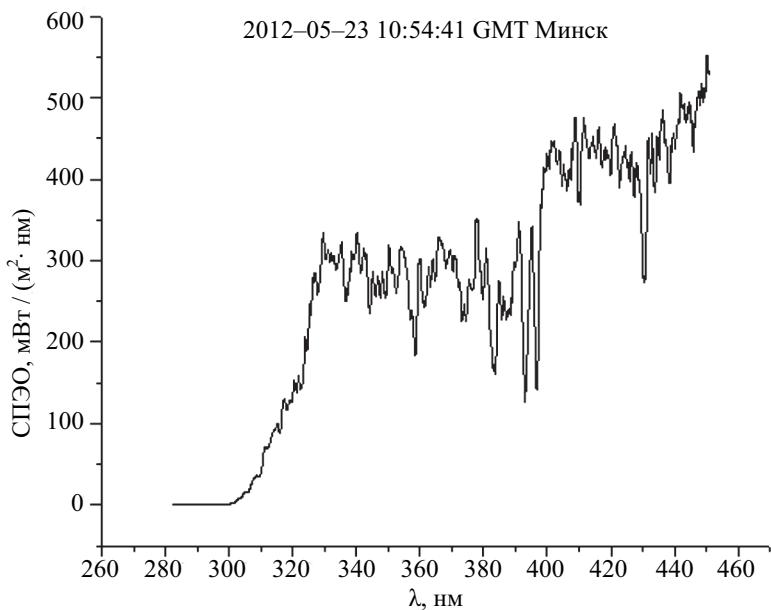


Рис. 30. Исходный спектр СПЭО

Для характеристики водной среды использованы спектры коэффициента поглощения (ослабления) водных слоев, различных классов прозрачности, приведенные в работе* (рис. 31).

Проведены расчеты освещенности на глубине 10 м для водной среды класса a2, наиболее подходящей для моделирования водной среды оз. Нарочь. Уровни прозрачности классов a1 относят, как правило, к морской воде, а класса a3 – к водоемам с достаточно высоким уровнем загрязнения.

Результаты расчета представлены на рис. 32.

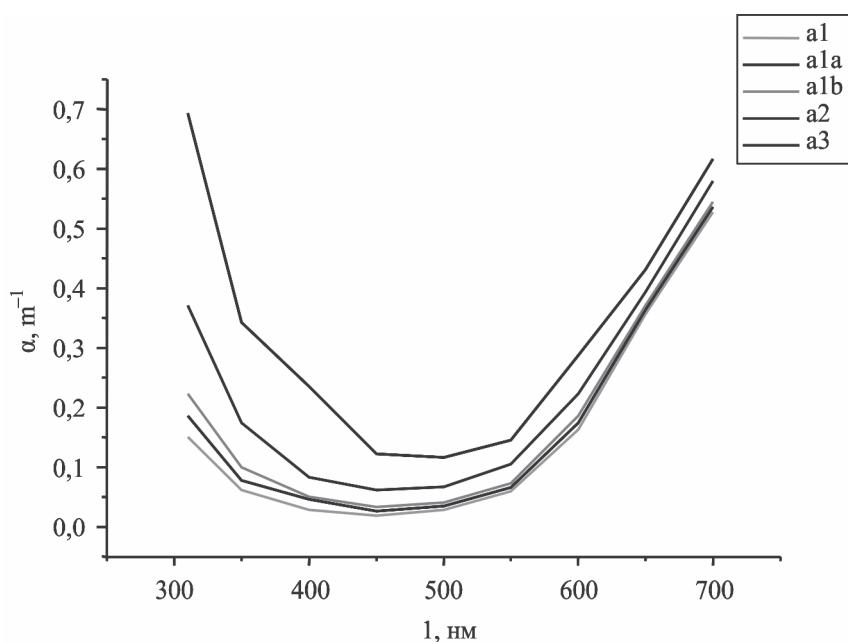


Рис. 31. Спектры поглощения водных слоев различных классов прозрачности

* Показеев К. В., Чаплина Т. О., Чашечкин Ю. Д. Оптика океана : учеб. пособие. М. : МАКС Пресс, 2010.

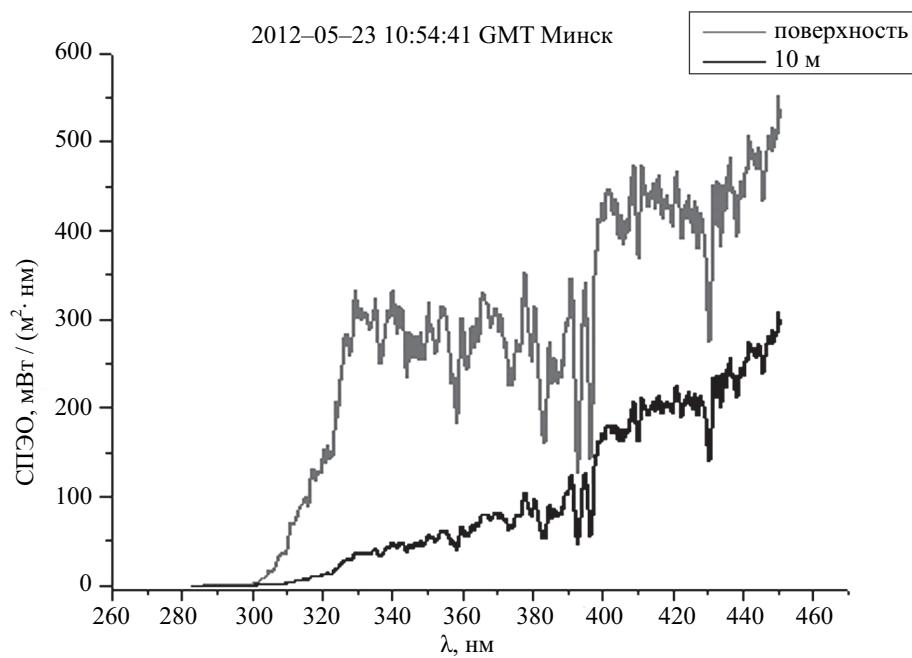


Рис. 32. Спектры освещенности на водной поверхности и на глубине 10 м

Как видно из рис. 32, на расчетной глубине достаточно заметен уровень освещенности УФ-излучением 300–380 нм.

Расчетные результаты согласуются с данными, полученными экспериментально с помощью погружного прибора, описанного в предыдущем разделе.

6. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ОЗЕРА НАРОЧЬ В 2013 году

На территории геофизической обсерватории «Нарочь» непрерывные гидродинамические наблюдения за уровнем подземных вод в 2013 г. проводились на двух скважинах № 101-Пс и № 103-Пс. Метрологические факторы и условия формирования притока водоносных горизонтов обеспечили сезонные колебания уровня подземных вод в скважинах.

Наблюдательная скважина № 101-Пс. Максимальная глубина залегания уровня воды в скважине 101-Пс составила 29,740 м, минимальная глубина залегания – 29,593 м. Годовая амплитуда колебания уровня составила 0,147 м. Среднемесячные уровни воды в скважине за весь период были выше средних многолетних величин (табл. 6.1). В 2013 г. среднегодовой уровень воды в скважине (29,672 м) повысился на 0,059 м по сравнению с 2012 г. (29,731 м). Относительно среднего многолетнего значения (30,071 м) за 24 года (1990–2013) среднегодовой уровень выше на 0,399 м. По сравнению с 1990 г. (29,657 м) – началом регулярных гидродинамических наблюдений среднегодовой уровень воды в скважине (29,672 м) остается пониженным на 0,015 м.

Наблюдательная скважина № 103-Пс. Максимальная глубина залегания уровня воды в скважине 103-Пс составила 26,679 м, минимальная – 26,421 м. Годовая амплитуда колебания уровня составила 0,258 м. Среднемесячные уровни воды в скважине за весь период были выше средних многолетних величин (табл. 6.2). В 2013 г. среднегодовой уровень воды в скважине (26,545 м) повысился на 0,01 м по сравнению с 2012 г. (26,555 м). Относительно среднего многолетнего значения (26,838 м) за 24 года (1990–2013) среднегодовой уровень выше на 0,293 м. По сравнению с 1990 г. (25,839 м) – началом регулярных гидродинамических наблюдений среднегодовой уровень воды в скважине (26,545 м) остается пониженным на 0,706 м.

Таблица 6.1

Значения уровня подземных вод в скважине № 101-Пс за 2012 г.

Период наблюдений	Среднемесячные значения, м											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2013 г.	29,680	29,651	29,641	29,655	29,657	29,678	29,676	29,676	29,712	29,703	29,666	29,665
1990–2013 гг.	30,068	30,048	30,047	30,047	30,053	30,054	30,053	30,104	30,097	30,101	30,091	30,085

Продолжение табл. 6.1

Период наблюдений	Среднегодовые значения, м											
	среднее	минимальное	максимальное	амплитуда	h_{\max}	дата	h_{\min}	дата	$h_{\text{год}}$	дата	амплитуда	
2013 г.	29,672	29,641	29,712	0,071	29,740	13.09	29,593	05.02	0,147			
1990–2013 гг.	30,071	29,991	30,154	0,163	30,490	2003	29,500	1990	0,990			

Таблица 6.2

Значения уровня подземных вод в скважине № 103-Пс за 2012 г.

Период наблюдений	Среднемесячные значения, м											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2013 г.	26,458	26,444	26,492	26,504	26,490	26,513	26,597	26,594	26,646	26,645	26,588	26,568
1990–2013 гг.	26,800	26,803	26,804	26,793	26,754	26,776	26,869	26,921	26,896	26,900	26,869	26,872

Продолжение табл. 6.2

Период наблюдений	Среднегодовые значения, м											
	среднее	минимальное	максимальное	амплитуда	h_{\max}	дата	h_{\min}	дата	$h_{\text{год}}$	дата	амплитуда	
2013 г.	26,545	26,444	26,646	0,202	26,679	29.09	26,421	17.02	0,258			
1990–2013 гг.	26,838	26,674	26,999	0,324	27,710	2000	25,615	1990	0,995			

7. ПОКАЗАТЕЛИ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В 2013 году

Суммарная рекреационная нагрузка на побережье озер Нарочь, Мястро, Белое в 2013 г., как и за предыдущие годы, представлена сведениями о количестве организованных отдыхающих в десяти стационарных учреждениях (статистика по заполняемости здравниц и учреждений отдыха) и на туристских стоянках Национального парка «Нарочанский».

Общая единовременная вместимость стационарных учреждений составляет более 4 тыс. мест в осенне-зимне-весенний период и около 5 тыс. мест в летний сезон, туристских стоянок (в летний сезон) – 720 мест.

Количество организованных отдыхающих в 2013 г. в стационарах на побережье оз. Нарочь составило 74 640 человек (в сезон массового отдыха с мая по сентябрь – 34 758 человек), рекреационная нагрузка – 941 123 человеко-дня (с мая по сентябрь – 430 414 человеко-дней) (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Количество организованных отдыхающих на побережье оз. Нарочь в 2013 г.

№ п/п	Наименование здравницы (учреждения отдыха)	Количество реализованных путевок, шт.		Количество человеко-дней		Примечания
		за год	май –сентябрь	за год	май –сентябрь	
1	Санаторий МВД «Белая Русь»	8084	3465	100 540	43 458	–
2	Санаторий «Нарочь»	5345	2810	63 270	33 857	–
3	Санаторно-оздоровитель- ный комплекс «Приозер- ный»	12 594	5526	154 689	66 124	–
4	Республиканский детский пульмонологический центр медицинской реабилита- ции	2987	1286	55 220	23 695	–
5	Санаторий «Спутник»	6261	2833	65 503	30 648	–
6	Санаторий «Журавушка»	4830	2310	57 206	28 110	–
7	Санаторий «Сосны»	5748	2623	64 882	29 656	–
8	Санаторий «Нарочанский берег»	5497	2463	83 215	34 673	–

Окончание табл. 7.1

№ п/п	Наименование здравницы (учреждения отдыха)	Количество реализованных путевок, шт.		Количество человеко-дней		Примечания
		за год	май –сен- тябрь	за год	май – сентябрь	
9	Туристский комплекс «Нарочь»	9217	4387	41 030	22 533	Включая оздор- вительный центр «Нарочанка»
10	Национальный детский оз- доровительный лагерь «Зубренок»	14 077	7055	255 568	117 660	–
Всего		74 640	34 758	941 123	430 414	–

Количество туристов, зарегистрированных на 5 туристских стоянках Национального парка «Нарочанский» на побережьях озер Нарочь, Белое и Мястро в летний сезон 2013 г., составило 7027 человек (табл. 7.2).

Необходимо принять во внимание, что часть туристов отдыхают на льготных условиях и не регистрируются, поэтому приведенные цифры являются заниженными в сравнении с действительными.

Кроме того, в расчетах не учтена категория отдыхающих, снимающих в летний период жилье в курортном поселке либо в расположенных вблизи водоемов населенных пунктах.

Таблица 7.2

Количество туристов на туристских стоянках в 2013 г.

Наименование туристских стоянок	Количество, чел.
Озеро Мястро	
Туристская стоянка «Кочерги»	1826
Озеро Белое	
Туристская стоянка «Белое»	1460
Озеро Нарочь	
Туристская стоянка «Антонисберг»	1026
Автокемпинг «Нарочь»	2136
Туристская стоянка «Лагерь»	579
Всего на оз. Нарочь	3741
Всего на озерах Нарочанской группы	7027

8. ВЫЛОВ РЫБЫ

В 2013 г. эксплуатацию рыбных стад осуществляли промысловые бригады Государственного природоохранного учреждения «Национальный парк “Нарочанский”» и рыболовы-любители. Промысловый лов рыбы вели на озерах Мястро, Баторино. На оз. Нарочь промышленный лов с марта 2012 г. был запрещен. В промысловых уловах отмечено 11 видов рыб. Основу уловов составили: для оз. Мястро – плотва, лещ, окунь; для оз. Баторино – лещ (количественные показатели промыслового лова приведены в табл. 8.1). Лов покатного угря проводился в апреле – мае на водотоках Дробня, Скема, Нарочанка, объемы вылова приведены в табл. 8.2. Платное любительское рыболовство было организовано на всех трех Нарочанских озерах, объемы вылова представлены в табл. 8.3. Зарыбление озер Нарочь, Мястро и Баторино не проводили.

Таблица 8.1

Промысловый вылов рыбы (в центнерах) из озер Мястро и Баторино в 2013 г.

Вид рыбы	оз. Мястро	оз. Баторино
Лещ	18,14	35,94
Судак	н	2,59
Щука	2,24	3,04
Окунь	15,99	1,49
Плотва	26,12	0,44
Густера	3,76	н
Сазан	н	0,45
Линь	0,005	н
Карась серебряный	0,12	1,07
Угорь	0,06	0,17
Всего	66,44	45,19

П р и м е ч а н и е. н – отсутствие в уловах.

Таблица 8.2

Вылов покатного угря в 2013 г.

Водоток	Вылов, ц
р. Скема	7,075
р. Дробня	2,655
р. Нарочь	17,875

Таблица 8.3

Вылов рыбы рыболовами-любителями в 2013 г.

Водоем	Вылов, ц
оз. Нарочь	429,06
оз. Мястро	45,50
оз. Баторино	21,51

Многолетняя динамика промысловых уловов и соотношение промыслового и любительского рыболовства представлены на рис. 33 и 34.

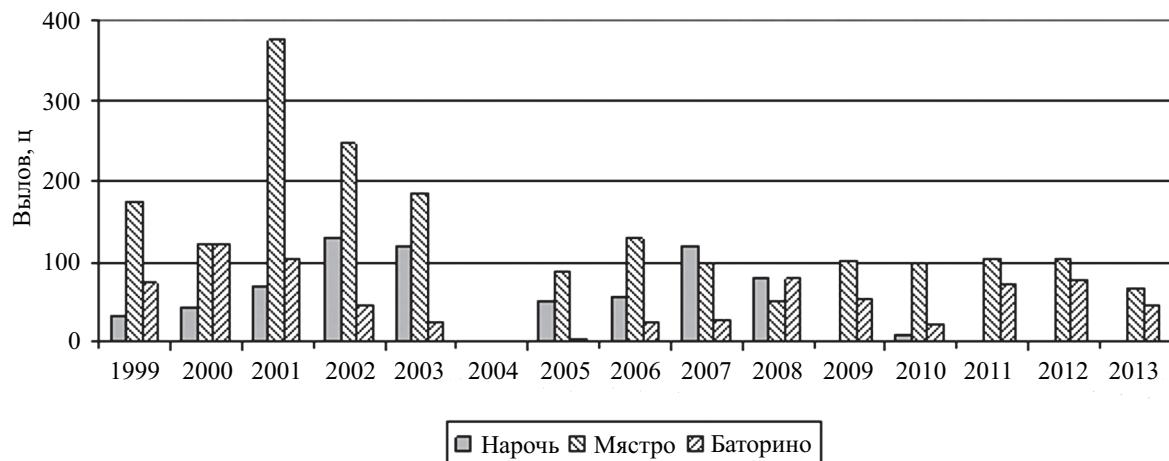


Рис. 33. Динамика промыслового вылова рыбы в Нарочанских озерах

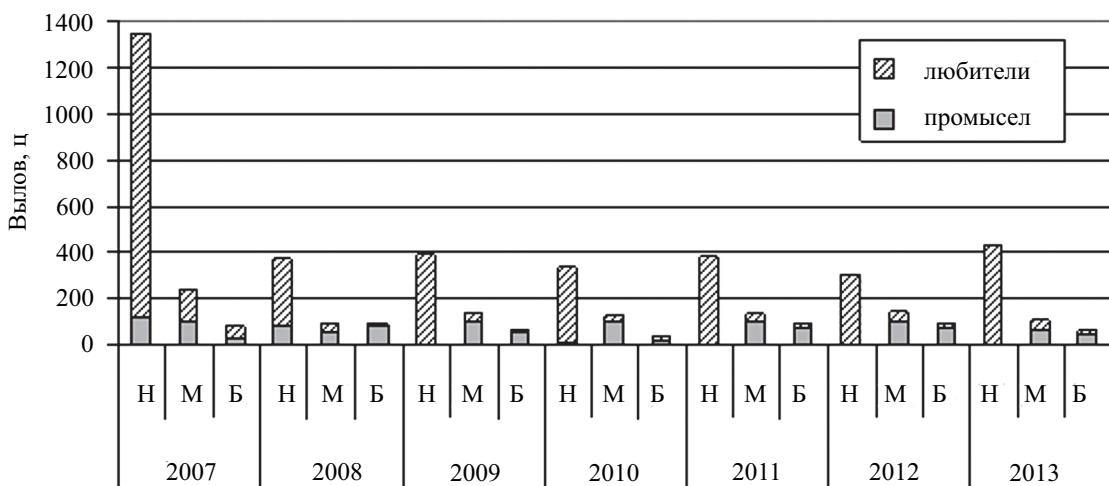


Рис. 34. Соотношение промыслового и любительского вылова рыбы в Нарочанских озерах (Н – Нарочь, М – Мястро и Б – Баторино)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экстремально низкие температуры и большое количество атмосферных осадков в осенне-зимний период в 2013 г. привели к формированию на Нарочанских озерах мощного снежно-ледового покрова, в результате видовой состав фитопланктона озер был представлен меньшим числом видов, чем в 2011–2012 гг., и его вегетация была затруднена. Световая лимитация развития водорослей отчетливо проявилась по снижению их количественного развития с глубиной. Увеличение продолжительности ледостава и пониженное развитие водорослей, обеспечивающих фотосинтез в подповерхностных слоях воды и насыщение воды кислородом, неблагоприятно отразились на кислородном режиме, особенно в самом мелководном в ряду озер оз. Баторино. Остальные показатели гидрохимического режима Нарочанских озер в подледный период 2012–2013 гг. были близки к среднему многолетнему уровню.

Несколько необычным был температурный режим и во время вегетационного сезона. В типично полимиктическом оз. Нарочь в течение мая – августа наблюдалась устойчивая стратификация водной массы, менее выражено это было в озерах Мястро и Баторино. Среднемесячные величины температуры воды в поверхностном слое во всех трех озерах в текущем сезоне были несколько выше, чем в предыдущие годы. Более низкая среднесезонная температура в придонном слое оз. Нарочь, по сравнению с предыдущими сезонами, отражает необычно продолжительный период стратификации водной массы, которая отразилась и на кислородном режиме. В оз. Нарочь в начале вегетационного сезона на фоне значительного пересыщения практически всей водной толщи воды кислородом (до 120 %) в придонном слое отмечалась заметно более низкая концентрация растворенного в воде кислорода. В остальном гидрохимический режим во всех трех озерах в текущем сезоне находился в пределах колебаний, характерных для последних лет, за исключением режима фосфора. При близких к многолетним значениям величинах концентрации общего фосфора в озерах Нарочь и Баторино для оз. Мястро была характерна высокая вариабельность этого показателя, при этом продолжается тенденция сближения концентраций общего фосфора в воде озер Мястро и Баторино.

В ряду многолетних наблюдений содержание хлорофилла *a* в озерах Нарочь и Баторино в сезоне 2013 г. практически осталось на уровне предыдущих лет. В оз. Мястро оно оказалось наиболее низким за последний десятилетний период. Среднесезонные значения скорости потенциального фотосинтеза в текущем году во всех трех озерах не выходили за пределы многолетних колебаний. Все количественные показатели развития фитопланктона в течение вегетационного сезона 2013 г. были значительно ниже, особенно в озерах Мястро и Баторино, чем в 2012 г. Большой и Малый плесы оз. Нарочь практически не различались по общему уровню величин, несмотря на некоторые отмеченные различия в степени доминирования отдельных отделов водорослей. В обоих плесах наблюдалась сходная картина изменений этих показателей в рассматриваемые периоды (2001–2005, 2006–2010, 2011–2013 гг.). Значения, отмеченные в озерах Нарочь и Мястро в 2013 г., сходны с таковыми для периода 2001–2005 гг. В оз. Баторино различия средних за вегетационный сезон биомасс составляли от $5,3 \pm 2,4$ мг/л в 2011 г. до $11,3 \pm 6,3$ мг/л в 2001–2005 гг. Показатели численности и биомассы зоопланктона Нарочанских озер в 2013 г. существенно не отличались от средних многолетних значений, хотя были несколько выше, чем в предыдущем сезоне. Среднегодовые колебания численности бактерий в озерах находились в пределах, характерных для трофического статуса данных озер.

Пополнена база данных о сезонных вариациях уровней и доз солнечного приземного УФ-излучения в районе оз. Нарочь в 2013 г. Основной объем данных получен с помощью двухканального фильтрового фотометра ПИОН-Ф, разработанного в ННИЦ МО БГУ для аппаратного обеспечения сетевого мониторинга уровней солнечного ультрафиолетового излучения. Изготовлен экспериментальный образец погружного прибора для исследования сезонных вариаций УФ-радиации в водном слое. Результаты натурных испытаний прибора на оз. Нарочь и модельные расчеты распространения солнечного излучения в водной среде оз. Нарочь показали достаточную согласованность между собой.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ОЗЕР НАРОЧЬ И МЯСТРО В 2008 году

Таблица П.1.1

Ледовые явления на участке поста наблюдений за 2007–2008 гг.
и многолетний (средние) период

Период	Осенне-зимние ледовые явления				Весенние ледовые явления				Продолжительность периода, свободного ото льда	
	дата		продолжительность, дни		дата		продолжительность весенних ледовых явлений			
	появления ледовых образований	начала ледостава	осенних ледовых явлений	ледостава	начала разрушения льда	окончания ледостава	очищения ото льда			
Озеро Мястро										
2007–2008	15.12	26.12	11	75	23.02	09.03	11.03	17	273	
1961–2008	13.11	06.12	16	124	26.03	07.04	13.04	19	221	
Озеро Нарочь										
2007–2008	26.12	01.01	6	69	01.03	09.03	15.03	14	274	
1944–2008	23.11	13.12	15	120	29.03	11.04	16.04	18	226	

Таблица П.1.2

Толщина льда и высота снега на льду у берега (см) на последний день декады, наибольшая за сезон 2007–2008 гг. и за многолетний период

Период	Число	Месяцы										Наибольшая толщина, дата, число случаев	
		XII		I		II		III		IV			
		снег	лед	снег	лед	снег	лед	снег	лед	снег	лед		
Озеро Мястро													
2007–2008	10			2	22		23	–	–			25 15.01 1	
	20				23	3	23						
	послед. день		1	4	24		19						
Наибольшая за многолетие (1961–2008)												75 31.03.63 1	

Окончание табл.П.1.2

Период	Число	Месяцы										Наибольшая толщина, дата, число случаев	
		XII		I		II		III		IV			
		снег	лед	снег	лед	снег	лед	снег	лед	снег	лед		
Озеро Нарочь													
2007 –2008	10			0	24		22	–	–			25 25.01 1	
	20				23	2	22						
	послед. день				24		16						
Наибольшая за многолетие (1944–2008)												79 10.03.47– 20.03.47 3	

Примечание. «—» явление было, но нельзя было измерить.

Таблица П.1.3

Период	Дата перехода температуры весной			IV			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
	0,2°	4°	10°	1	2	3							1	2	3
Озеро Мястро															
2008	23.02	03.04	28.04	6,3	8,2	11,3	13,5	18,6	21,2	20,5	14,1	9,5	5,6	3,9	1,7
1962–2008	24.03	16.04	07.05	2,9	5,1	7,9	13,3	18,3	20,3	19,2	13,8	7,7	3,8	2,4	1,4
Озеро Нарочь															
2008	02.03	01.04	29.04	6,9	7,9	10,1	12,4	17,4	20,2	20,2	14,1	9,3	4,7	3,8	1,7
1945–2008	01.04	19.04	13.05	1,6	3,9	6,9	12,2	17,3	19,7	19,2	14,2	8,2	4,1	2,5	1,4

Продолжение табл. П.1.3

Период	Дата перехода температуры воды осенью			Высшая температура	
	10°	4°	0,2°	t °	дата
Озеро Мястро					
2008	18.10	18.11	15.12	24,7	16.08
1962–2008	10.10	11.11	10.12	28,6	11.07.06
Озеро Нарочь					
2008	18.10	18.11	14.12	24,6	25.07
1945–2008	11.10	13.11	08.11	28,5	11.07.06

Таблица П.1.4

**Температура воды (°С) поверхностного слоя воды на акватории за 2008 г.
и многолетний период (средние значения)**

Период	IV			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI			XII		
	1	2	3							1	2	3	1	2	3
Озеро Мястро															
2008	5,5	7,9	10,2	13,8	18,4	20,6	20,3	14,3	9,6	5,9	3,6	2,6	1,8	—	—
1969–2008	3,5	5,9	8,1	13,4	18,3	20,4	19,6	14,2	8,2	4,3	3,2	2,1	1,0	0,4	0,1
Озеро Нарочь															
2008	5,0	7,1	9,2	12,4	16,5	19,4	19,8	15,3	10,1	7,1	4,3	3,4	2,6	1,1	—
1969–2008	2,5	4,3	6,9	11,7	16,9	19,4	19,1	14,6	9,0	4,9	3,8	2,4	1,1	0,4	0,2

Таблица П.1.5

**Средние месячные и характерные уровни воды (см) за 2008 г.
и многолетний период**

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Озеро Мястро (отметка нуля поста 163,65 м БС)												
2008	176	179	185	191	191	187	180	173	168	170	171	173
1962–2008	185	186	189	198	195	189	186	183	180	179	181	183
Озеро Нарочь (отметка нуля поста 163,65 м БС)												
2008	158	162	167	173	173	172	168	163	157	154	154	154
1945–2008	169	171	174	179	181	179	176	173	169	166	166	167

Продолжение табл. П.1.5

Период	Среднегодовой	Высший		Низший		Годовая амплитуда
		Н _{макс}	дата	Н _{мин}	дата	
Озеро Мястро (отметка нуля поста 163,65 м БС)						
2008	179	194	25 – 29.05 (5)	166	30.09 – 01.10 (2)	28
1962–2008	186	204*	22.04	174*	11.07	30
Озеро Нарочь (отметка нуля поста 163,65 м БС)						
2008	163	177	12 – 17.04 (6)	151	16.11	26
1945–2008	173	189*	05.05	157*	11.08	32

*Для высшего и низшего уровней воды приведены средние значения из характерных уровней и средняя дата наступления этой характеристики.

Таблица П.1.6

Средние месячные расходы воды по ручьям (л/с), впадающим в оз. Нарочь, и протоке Скема (м³/с) за 2008 г. и многолетний период

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ручей б/н – к. п. Нарочь (площадь водосбора 2,92 км²)												
2008	2,90	6,64	10,2	12,5	8,47	1,56	1,52	1,00	1,39	3,16	1,85	2,41
1962–2008	6,56	6,26	12,5	22,1	12,0	7,02	4,09	3,94	3,76	5,31	7,19	6,54
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	44	106	82	57	71	22	37	25	37	60	26	37
Ручей б/н – с. Купа (площадь водосбора 2,10 км²)												
2008	2,11	2,68	3,87	4,28	4,35	1,94	2,29	1,17	0,95	2,70	4,59	2,48
1963–2008	3,71	3,69	5,83	9,19	5,74	4,21	3,19	2,99	3,06	3,75	4,20	3,97
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	57	73	66	47	76	46	72	39	31	72	109	62
Ручей б/н – с. Антонисберг (площадь водосбора 5,56 км²)												
2008	18,2	48,0	88,5	85,9	44,3	5,91	4,36	2,62	2,54	5,04	12,1	16,6
1963–2008	31,2	33,0	76,6	107	35,9	20,1	14,3	10,9	11,5	21,2	31,3	31,1
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	58	145	116	80	123	29	31	24	22	24	39	53
Протока Скема – с. Никольцы (площадь водосбора 133 км²)												
2008	0,55	0,68	0,94	1,18	1,08	0,83	0,48	0,32	0,26	0,34	0,46	0,49
1961–2008	0,74	0,78	0,96	1,68	1,34	0,76	0,50	0,45	0,44	0,51	0,62	0,67
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	74	87	98	70	81	109	96	71	59	67	74	73

Продолжение табл. П.1.6

Период	Среднегодовой	Высший		Низший			
				периода открытого русла		зимнего периода	
		Q_{\max}	дата	Q_{\min}	дата	Q_{\min}	дата
Ручей б/н – к. п. Нарочь (площадь водосбора 2,92 км²)							
2008	4,47	40,5	11.04	0,25	19.08	0,90	15–18.01 (2)
1962–2008	8,09	273	05.08.79	нб (30 %)	08.06–12.10.92 (119)	нб (13 %)	11.12.96–28.02.97 (80)

Окончание табл. П.1.6

Период	Средне-годовой	Высший		Низший			
				периода открытого русла		зимнего периода	
		Q_{\max}	дата	Q_{\min}	дата	Q_{\min}	дата
Ручей б/н – с. Купа (площадь водосбора 2,10 км²)							
2008	2,79	11,7	19.05	нб	12–18.08 (3)	1,40	07.01
1962–2008	4,44	86,5	07.06.94	нб (24 %)	04.07–19.10.02 (108)	нб (17 %)	26.11.02–27.03.03 (121)
Ручей б/н – с. Антонисберг (площадь водосбора 5,56 км²)							
2008	27,8	151	13–14.04 (2)	1,20	06.09	4.70	10.01
1962–2008	35,3	1600	05.10.78	нб (26 %)	08.06–30.10.01 (106)	нб (11 %)	21.01–21.03.69 06.12.02–11.03.03 (120)
Протока Скема – с. Никольцы (площадь водосбора 133 км²)							
2008	0,64	1,28	13–26.04 (14)	0,25	03–10.09 (8)		
1962–2008	0,79	3,98	07.05.64	0,043	13.09–07.10.02 (25)		

Таблица П.1.7

Средние месячные расходы воды (м³/с) по р. Нарочь, вытекающей из оз. Нарочь, за 2008 г. и многолетний период

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
р. Нарочь – с. Черемшицы (площадь водосбора 337 км²)												
2008	1,19	1,88	2,69	2,94	2,68	1,81	1,27	0,82	0,74	0,84	0,92	1,18
1962–2008	1,64	1,75	2,32	3,21	2,74	1,90	1,30	1,06	1,07	1,32	1,56	1,62
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	73	107	116	92	98	95	98	77	69	64	59	73

Продолжение табл. П.1.7

Период	Среднегодовой	Высший		Низший			
				периода открытого русла		зимнего периода	
		Q_{\max}	дата	Q_{\min}	дата	Q_{\min}	дата
р. Нарочь – с. Черемшицы (площадь водосбора 337 км²)							
2008	1,58	3,25	11.04	0,69	15.09–16.10 (4)	0,65	08.01
1962–2008	1,77	6,05	04.04.79	0,22	02–05.10.02 (4)	0,057	29.12.02–12.01.03 (9)

2. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ОЗЕР НАРОЧЬ И МЯСТРО В 2009 году

Таблица П.2.1

**Ледовые явления на участке поста наблюдений за 2008–2009 гг.
и многолетний (средние) период**

Период	Осенне-зимние ледовые явления				Весенние ледовые явления				Продолжительность периода, свободного от льда
	дата		продолжительность, дни		дата				
	появления ледовых образований	начала ледостава	осенних ледовых явлений	ледостава	начала разрушения льда	окончания ледостава	очищения ото льда		
Озеро Мястро									
2008–2009	09.12	16.12	7	115	31.03	09.04	13.04	13	243
1961–2009	13.11	06.12	16	124	26.03	07.04	13.04	19	221
Озеро Нарочь									
2008 – 2009	14.12	29.12	15	105	06.04	12.04	15.04	9	241
1944 – 2009	23.11	13.12	15	120	29.03	11.04	16.04	18	226

Таблица П.2.2

Толщина льда и высота снега на льду у берега (см) на последний день декады, наибольшая за сезон 2008–2009 гг. и за многолетний период

Период	Число	Месяцы										Наибольшая толщина, дата, число случаев	
		XII		I		II		III		IV			
		снег	лед	снег	лед	снег	лед	снег	лед	снег	лед		
Озеро Мястро													
2008–2009	10			1	16		29	4	32	–	–	32 10.03 25.03 3	
	20	–	–	5	24	9	30	1	32				
	послед. день		6	4	27	8	32		32				
Наибольшая за многолетие (1961–2009)										75	31.03.63	1	

Окончание табл. П.2.2

Период	Число	Месяцы										Наибольшая толщина, дата, число случаев	
		XII		I		II		III		IV			
		снег	лед	снег	лед	снег	лед	снег	лед	снег	лед		
Озеро Нарочь													
2008–2009	10			4	15		27	4	30	–	–	32 20.03 1	
	20			6	21	12	28	2	32				
	послед. день	1	5	3	24	4	28		31				
Наибольшая за многолетие (1944–2009)											79 10.03.47 – 20.03.47 3		

Примечание. «–» явление было, но нельзя было измерить.

Таблица П.2.3

Температура воды (°С) у берега за 2009 г. и многолетний период

Период	Дата перехода температуры весной			IV			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
	0,2°	4°	10°	1	2	3							1	2	3
Озеро Мястро															
2009	17.03	07.04	30.04	3,5	5,8	8,9	13,9	17,8	21,3	20,1	16,8	7,3	2,8	3,8	4,3
1962–2009	24.03	15.04	07.05	2,9	5,1	7,9	13,3	18,3	20,3	19,2	13,9	7,6	3,8	2,4	1,4
Озеро Нарочь															
2009	01.04	16.04	17.05	0,6	3,8	9,7	13,1	17,3	21,4	20,1	16,6	7,2	2,3	4,5	4,7
1945–2009	01.04	19.04	13.05	1,6	3,9	7,0	12,2	17,3	19,7	19,2	14,2	8,1	4,1	2,6	1,5

Продолжение табл. П.2.3

Период	Дата перехода температуры воды осенью			Высшая температура				
	10°	4°	0,2°	<i>t</i> °	дата			
Озеро Мястро								
2009	03.10		04.12		16.12		25,7	18.07
1962–2009	10.10		11.11		10.12		28,6	11.07.06
Озеро Нарочь								
2009	07.10		06.12		15.12		25,9	18.07
1945–2009	11.10		14.11		09.11		28,5	11.07.06

Таблица П.2.4

**Температура воды (°С) поверхностного слоя воды на акватории за 2009 г.
и многолетний период (средние значения)**

Период	IV			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI			XII		
	1	2	3							1	2	3	1	2	3
Озеро Мястро															
2009	—	—	9,4	14,4	19,2	22,2	20,2	17,3	8,1	3,9	3,9	4,0	3,0	—	—
1969–2009	3,5	5,9	8,2	13,4	18,3	20,4	19,6	14,2	8,2	4,3	3,2	2,1	1,1	0,4	0,1
Озеро Нарочь															
2009	—	—	7,6	12,9	17,4	21,6	20,3	17,8	8,8	5,0	4,1	4,4	3,7	—	—
1969–2009	2,4	4,1	6,9	11,8	16,9	19,4	19,1	14,7	8,9	4,9	3,8	2,5	1,2	0,4	0,2

Таблица П.2.5

Средние месячные и характерные уровни воды (см) за 2009 г. и многолетний период

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Озеро Мястро (отметка нуля поста 163,65 м БС)												
2009	173	175	176	180	174	174	176	169	167	173	186	191
1962–2009	184	186	189	198	195	189	186	182	179	179	181	183
Озеро Нарочь (отметка нуля поста 163,65 м БС)												
2009	155	158	159	160	157	160	164	159	155	157	161	166
1945–2009	169	171	174	179	181	179	176	173	169	166	165	167

Продолжение табл. П.2.5

Период	Среднегодовой	Высший		Низший		Годовая амплитуда
		H _{макс}	дата	H _{мин}	дата	
Озеро Мястро (отметка нуля поста 163,65 м БС)						
2009	176	194	31.12	164	03–04.09 (2)	30
1962–2009	186	204*	22.04	174*	11.07	30
Озеро Нарочь (отметка нуля поста 163,65 м БС)						
2009	159	171	29–31.12 (3)	151	29.09–05.10 (2)	20
1945–2009	173	189*	05.05	157*	11.08	32

*Для высшего и низшего уровней воды приведены средние значения из характерных уровней и средняя дата наступления этой характеристики.

Таблица П.2.6

Средние месячные расходы воды по ручьям (л/с), впадающим в оз. Нарочь, и протоке Скема (м³/с) за 2009 г. и многолетний период

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ручей б/н – к. п. Нарочь (площадь водосбора 2,92 км²)												
2009	2,52	2,13	4,41	6,09	1,66	3,20	1,52	0,89	1,91	7,76	9,15	9,89
1962–2009	6,48	6,17	12,3	21,7	11,8	6,94	4,04	3,87	3,72	5,36	7,23	6,61
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	39	35	36	28	14	46	38	23	51	145	127	150
Ручей б/н – с. Купа (площадь водосбора 2,10 км²)												
2009	0,92	1,22	1,67	3,00	1,53	2,65	1,19	0,34	1,12	3,17	4,98	3,78
1963–2009	3,65	3,64	5,74	9,05	5,65	4,18	3,14	2,93	3,02	3,73	4,21	3,96
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	25	34	29	33	27	63	38	12	37	85	118	96
Ручей б/н – с. Антонисберг (площадь водосбора 5,56 км²)												
2009	13,6	20,2	43,2	63,1	10,5	31,8	6,96	2,82	3,20	31,5	37,9	39,2
1963–2009	30,8	32,8	75,9	106	35,4	20,4	14,2	10,7	11,3	21,4	31,4	31,2
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	44	62	57	60	30	156	49	26	28	147	121	126
Протока Скема – с. Никольцы (площадь водосбора 133 км²)												
2009	0,49	0,60	0,63	0,78	0,54	0,47	0,44	0,29	0,27	0,47	1,05	1,25
1961–2009	0,73	0,78	0,96	1,66	1,33	0,76	0,49	0,45	0,44	0,51	0,63	0,68
Текущий год по отношению к многолетнему периоду, %	67	77	66	47	41	62	90	64	61	92	167	184

Продолжение табл. П.2.6

Период	Средне-годовой	Высший		Низший			
				периода открытого русла		зимнего периода	
		Q_{\max}	дата	Q_{\min}	дата	Q_{\min}	дата
Ручей б/н – к. п. Нарочь (площадь водосбора 2,92 км²)							
2009	4,26	48,5	14.10	0,25	22.08	1,20	20.12.08– 08.01. (2)
1962–2009	8,01	273	05.08.79	нб (29 %)	08.06– 12.10.92 (119)	нб (13 %)	11.12.96– 28.02.97 (80)
Ручей б/н – с. Купа (площадь водосбора 2,10 км²)							
2009	2,13	14,0	14.10	0,00	17.08	нб	18.12.08– 09.01 (4)

Окончание табл. П.2.6

Период	Среднегодовой	Высший		Низший			
				периода открытого русла		зимнего периода	
		$Q_{\text{макс.}}$	дата	$Q_{\text{мин.}}$	дата	$Q_{\text{мин.}}$	дата
1962–2009	4,39	86,5	07.06.94	нб (23 %)	04.07–19.10.02 (108)	нб (19 %)	26.11.02–27.03.03 (121)
Ручей б/н – с. Антонисберг (площадь водосбора 5,56 км²)							
2009	25,3	189	01.04	1,55	28.09	3,80	07.01
1962–2009	35,1	1600	05.10.78	нб (26 %)	08.06–30.10.01 (106)	нб (11 %)	21.01–21.03.69 06.12.02–11.03.03 (120)
Протока Скема – с. Никольцы (площадь водосбора 133 км²)							
2009	0,61	1,39	26–29.12 (4)	0,23	30.09–06.10 (7)		
1962–2009	0,78	3,98	07.05.64	0,043	13.09–07.10.02 (25)		

Таблица П.2.7

Средние месячные расходы воды (м³/с) по р. Нарочь, вытекающей из оз. Нарочь, за 2009 г. и многолетний период

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
р. Нарочь – с. Черемшицы (площадь водосбора 337 км²)												
2009	1,34	1,73	2,04	2,20	1,51	1,73	1,29	0,83	0,91	1,74	2,22	2,18
1962–2009	1,63	1,75	2,32	3,19	2,71	1,90	1,30	1,06	1,06	1,33	1,57	1,63
Текущий год по отношению к многолетнему, %	82	99	88	69	56	91	99	78	86	131	141	134

Продолжение табл. 2.7

Период	Среднегодовой	Высший		Низший			
				периода открытого русла		зимнего периода	
		$Q_{\text{макс.}}$	дата	$Q_{\text{мин.}}$	дата	$Q_{\text{мин.}}$	дата
р. Нарочь – с. Черемшицы (площадь водосбора 337 км²)							
2009	1,64	2,80	16.10	0,59	04.09	1,07	27–31.12.08 (5)
1962–2009	1,76	6,05	04.04.79	0,22	02–05.10.02 (4)	0,057	29.12.02–12.01.03 (9)

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2013 ГОДА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	5
2. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ОЗЕР НАРОЧЬ И МЯСТРО В 2012 году.....	15
2.1. Ледовые явления, толщина льда и снежный покров	15
2.2. Температура воды у берега и в поверхностном слое воды на акватории озер Мястро и Нарочь.....	17
2.3. Уровень воды в озерах Мястро и Нарочь	18
2.4. Поверхностный приток в озеро Нарочь по впадающим ручьям, протоке Скема и сток по реке Нарочь	19
3. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2012–2013 годов.....	22
3.1. Прозрачность воды, температурный и кислородный режимы	22
3.2. Режим взвешенных, органических и биогенных веществ	25
3.3. Фитопланктон	28
3.4. Зоопланктон	32
3.5. Бактериопланктон.....	34
4. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В ВЕГЕТАЦИОННОМ СЕЗОНЕ 2013 года	36
4.1. Прозрачность воды	36
4.2. Температура воды	37
4.3. Растворенный в воде кислород	38
4.4. Концентрация водородных ионов (pH)	40
4.5. Углерод органический общий и взвешенный	41
4.6. Фосфор общий и фосфатный	42
4.7. Азот общий и минеральный	43
4.8. Сестон (взвешенные вещества), содержание зольных элементов в его составе.....	45
4.9. Содержание хлорофилла <i>a</i> в сестоне	46
4.10. Потенциальный фотосинтез планктона	49
4.11. Аэробная деструкция органического вещества и биохимическое потребление кислорода (БПК).....	50
4.12. Фитопланктон	51
4.13. Зоопланктон	63
4.14. Бактериопланктон.....	66
4.15. Макрообентос.....	68
5. ИССЛЕДОВАНИЯ УРОВНЕЙ УФ-РАДИАЦИИ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ И ВОДНОЙ СРЕДЕ ОЗЕРА НАРОЧЬ.....	78
5.1. Вариации уровней УФ-радиации в приземном слое атмосферы в Нарочанском регионе.....	78
5.2. Погружной прибор для исследования сезонных вариаций ультрафиолетовой радиации в водном слое акватории озера Нарочь.....	81
5.3. Моделирование распределения солнечной радиации в водном слое озера Нарочь	87

6. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ОЗЕРА НАРОЧЬ В 2013 году	90
7. ПОКАЗАТЕЛИ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В 2013 году	92
8. ВЫЛОВ РЫБЫ.....	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	96
ПРИЛОЖЕНИЯ	97
1. Водный режим озер нарочь и мястро в 2008 году	97
2. Водный режим озер нарочь и мястро в 2009 году	102

Научное издание

Жукова Татьяна Васильевна
Михеева Тамара Михайловна
Ковалевская Раиса Зеноновна и др.

**БЮЛЛЕТЕНЬ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ОЗЕР
НАРОЧЬ, МЯСТРО,
БАТОРИНО
(2013 год)**

В авторской редакции
 Ответственный за выпуск *Т. М. Турчиняк*
 Технический редактор *Т. К. Раманович*
 Компьютерная верстка *Н. И. Бондарчик*
 Корректор *Е. И. Бондаренко*

Подписано в печать 25.06.2014.
 Формат 60×84/8. Бумага офсетная.
 Ризография. Усл. печ. л. 12,55.
 Уч.-изд. л. 8,65. Тираж 100 экз. Заказ 508.

Белорусский
 государственный университет.
 Свидетельство о государственной
 регистрации издателя, изготовителя,
 распространителя печатных изданий
 № 1/270 от 03.04.2014.
 Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Республиканская унитарная организация
 «Издательский центр Белорусского
 государственного университета».
 Свидетельство о государственной
 регистрации издателя, изготовителя,
 распространителя печатных изданий
 № 2/63 от 19.03.2014.
 Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск.