

УДК 551.481.1+577.472
ББК 26.22+28.082
Б98

Авторы:

А. П. Остапеня, Т. В. Жукова, Т. М. Михеева, Р. З. Ковалевская,
Е. В. Лукьянова, Л. В. Никитина, О. А. Макаревич, И. В. Савич,
Г. Г. Вежновец, Н. С. Шевцова, Ю. Д. Лесничий, А. А. Бильдюг,
Е. В. Комаровская, В. Ю. Агеева, Ю. И. Атрашевский, И. И. Бручковский,
В. Я. Венчиков, В. Н. Денисенко, А. Н. Красовский, А. Г. Светашев,
В. Л. Тавгин, Л. Н. Турышев, А. Г. Аронов, Т. И. Аронова, В. С. Люштык,
Л. С. Кравчонок, А. А. Углянец

Рецензенты:

доктор биологических наук, доцент *В. М. Байчоров*;
кандидат биологических наук, доцент *Ю. Г. Гигиняк*

Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино (2011 год) /
Б98 А. П. Остапеня [и др.] ; под общ. ред. А. П. Остапени. – Минск : БГУ, 2012. –
103 с. : ил.

ISBN 978-985-518-689-3.

«Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино» – межведомственное ежегодное издание, выпускаемое с 1999 г. В данный выпуск вошли результаты комплексных гидроэкологических исследований Нарочанских озер, характеризующих их экологическое состояние, сведения о физико-химических (прозрачность, температура, кислород, рН, углерод органический общий и взвешенный, фосфор общий и фосфатный, азот общий и минеральный) и биологических (взвешенные вещества, хлорофилл *a*, первичная продукция и деструкция планктона, видовой состав и количественное развитие фито-, зоо-, бактериопланктона, макрозообентоса) показателях, о вылове рыбы и показателях рекреационной нагрузки. Описывается климатическая ситуация на территории республики и водный режим озер. Приводятся значения доз УФ-излучения и УФ-индекса в районе оз. Нарочь, характеризуется режим подземных вод в Нарочанском регионе.

Для специалистов-лимнологов, экологов, а также для преподавателей, студентов, магистрантов, аспирантов.

УДК 551.481.1+577.472
ББК 26.22+28.082

ISBN 978-985-518-689-3

© БГУ, 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино (2011 г.) продолжает ряд бюллетеней, подготовленных НИЛ гидроэкологии и Учебно-научным центром «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ. В материалах 2011 г. приведены стандартные данные о физико-химических и биологических показателях, отражающие экологическое состояние озер и пополняющие многолетние наблюдения.

Соблюдая единый регламент, в 2011 г. в пелагической зоне озер на станциях постоянных наблюдений (см. рис. на второй сторонке обложки) общепринятыми методами измерены 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 1 и 5 суток в стандартных условиях (при 20 °С в темноте). Величины потенциального (максимального) фотосинтеза планктона во всех озерах определены для интегральных проб методом склянок в кислородном варианте. Склянки экспонировали в литоральной зоне оз. Нарочь при заглублении на 0,6 м. Параллельно определялись показатель рН и электропроводность воды, структурные показатели планктонной биоты: содержание хлорофилла *a* 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 макрозообентоса. Материалы режимных наблюдений 2011 г. сравниваются с данными, полученными за предшествующий период.

Научным и туристическим отделами ГПУ «Национальный парк „Нарочанский“» продолжают многолетние ряды данных о рекреационной нагрузке на побережье Нарочанских озер и приводится информация о Государственной программе развития курортной зоны Нарочанского региона на 2011–2015 гг. Представлены стандартные материалы о промысловом вылове рыбы в Нарочанских озерах и подходах к оценке любительского лова.

Включены данные НИИЦ МО БГУ (Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы БГУ) о годовом распределении значений доз УФ-излучения и УФ-индекса в районе оз. Нарочь, информация ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр» о климатической ситуации на территории Республики Беларусь и водном режиме озер Нарочь и Мястро.

Впервые приводятся данные Центра геофизического мониторинга НАН Беларуси о режиме подземных вод в Нарочанском регионе.

Выпуск подготовлен:

Предисловие – *А. П. Остапеня* (НИЛ гидроэкологии БГУ).

Раздел 1. Климатические особенности 2011 года на территории Республики Беларусь – *Н. С. Шевцова, Е. В. Комаровская* (ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр»).

Раздел 2. Водный режим озер Нарочь и Мястро в 2010 году – *Н. С. Шевцова, Ю. Д. Лесничий, А. А. Бильдюг* (ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр»).

Раздел 3. Гидроэкологическая характеристика Нарочанских озер в осенне-зимний период 2010–2011 годов – *Т. В. Жукова* при участии *В. В. Юркевича, А. Ю. Азаренкова, Н. В. Юркевич, Э. А. Журавлевой* (подраздел 3.1) (Учебно-научный центр «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ); *Т. М. Михеева, Е. В. Лукьянова* (подраздел 3.2) (НИЛ гидроэкологии БГУ); *Л. В. Никитина* (подраздел 3.3) (НИЛ гидроэкологии БГУ).

Раздел 4. Гидроэкологическая характеристика Нарочанских озер в вегетационном сезоне 2011 года – *Т. В. Жукова* при участии *В. В. Юркевича, А. Ю. Азаренкова, Н. В. Юркевич, Э. А. Журавлевой* (подразделы 4.1–4.8, 4.10–4.11) (Учебно-научный центр «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ); *Р. З. Ковалевская* (подраздел 4.9–4.10); *Т. М. Михеева, Е. В. Лукьянова* (подраздел 4.12) (НИЛ гидроэкологии БГУ); *И. В. Савич, Г. Г. Вежновец* (подраздел 4.13) (НИЛ гидроэкологии БГУ); *Л. В. Никитина* (подраздел 4.14) (НИЛ гидроэкологии БГУ); *О. А. Макаревич* (подраздел 4.15) (НИЛ гидроэкологии БГУ).

Раздел 5. Годовое распределение значений доз УФ излучения, УФ индекса и малых газовых составляющих атмосферы в районе озера Нарочь в 2011 году – *В. Ю. Агеева, Ю. И. Атрашевский, И. И. Бручковский, В. Я. Венчиков, В. Н. Денисенко, А. Н. Красовский, А. Г. Светашев, В. Л. Тавгин, Л. Н. Турьшев* (ННИЦ МО БГУ).

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

Раздел 7. Показатели рекреационной нагрузки на побережье Нарочанских озер в 2011 году – *В. С. Люштык, Л. С. Кравчонок* (ГПУ «НП Нарочанский»).

Раздел 8. Вылов рыбы – *А. А. Углянец* (ГПУ «НП Нарочанский»).

Заключение – *А. П. Остапеня* (НИЛ гидроэкологии БГУ).

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2011 года НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Средняя годовая температура воздуха в 2011 г. составила от 6,5 °С на севере и северо-востоке страны до 8,8 °С на юго-западе, что на 1–2 °С выше климатической нормы. В течение года в подавляющем большинстве месяцев (11 из 12) температура воздуха превышала климатическую норму. Положительная аномалия температуры воздуха отмечалась в январе, удерживалась с марта по декабрь. Лишь в феврале отклонение температуры воздуха от климатической нормы было отрицательным.

Годовое количество осадков равнялось 400–750 мм, что на значительной части территории республики составляло 80–100 % климатической нормы, в отдельных районах Витебской, Минской, Гродненской и Могилевской областей – 67–77 % климатической нормы, а местами в Могилевской и Гомельской областях – 101–107 % климатической нормы. В течение года осадки выпадали неравномерно. Влажным был лишь июль. Сухими были март, апрель и все осенние месяцы со значительным недобором осадков.

Зима в целом была прохладной. Декабрь 2010 г. и февраль 2011 г. характеризовались отрицательными отклонениями температуры воздуха от климатической нормы, а в январе преобладала теплая погода. Средняя за месяц температура воздуха составляла от –1,5 °С на юго-западе Брестской области до –6 °С на северо-востоке Могилевской области, что на 2–3 °С выше климатической нормы. В течение 10–17 дней на значительной территории страны, а по северо-востоку 5–9 дней отмечалась оттепель. В целом за месяц на преобладающей части страны выпало от 28 до 66 мм осадков (около 1–1,5 месячной нормы). В отдельных районах на северо-востоке Витебской области суммарное количество осадков достигло 77–92 мм (2–2,5 месячной нормы). И только местами по югу Брестской и Гомельской областей количество осадков за месяц не превысило 23–25 мм (60–75 % месячной нормы). Ветры преобладали слабые и умеренные, в течение 1–3 дней они усиливались до 15–19 м/с. Зарегистрировано за месяц от 2 до 11 дней с туманом, 1–6 дней с гололедно-изморозевыми явлениями, местами в течение 1–3 дней отмечалось налипание мокрого снега на провода. На дорогах наблюдалась гололедица.

Средняя за февраль температура воздуха составила от –5 до –11 °С и оказалась на 1–4 °С ниже климатической нормы. Причем в первой декаде месяца преобладала теплая погода, когда средняя суточная температура воздуха находилась в пределах от –2 до +5 °С. В начале второй декады месяца резко похолодало. Особенно холодно было в период с 14 по 20 февраля, когда в ночные часы морозы усиливались до –23...–27 °С. Самая низкая температура воздуха за 2011 г. зарегистрирована на метеостанции (МС) Езерище 19 февраля и составила –34,8 °С. В феврале на большей части территории страны выпало 24–39 мм осадков, что в основном соответствует климатической норме. Местами количество осадков достигало 40–47 мм (примерно 1,5 месячной нормы). В отдельных районах Могилевской области сумма осадков за месяц не превысила 20–23 мм (около 60–70 % нормы). Устойчивый снежный покров образовался еще в последние дни ноября 2010 г. и удерживался до конца зимы. На последний день февраля высота снежного покрова составляла от 7–10 см по югу страны до 30–49 см на северо-востоке. В первой половине месяца преобладала ветреная погода, и в течение 1–7 дней ветер усиливался до 15–20 м/с, в отдельные сутки отмечались порывы ветра до 21–25 м/с, за месяц за-

регистрировано 1–3 дня с туманом и гололедом, 1–5 дней с налипанием мокрого снега на провода, местами в течение 1–2 дней отмечалась метель, на дорогах часто наблюдалась гололедица.

Весна наступила рано и была теплой. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С в сторону повышения, что считается началом весны, произошел в основном 11–12 марта – на 1–1,5 декады раньше средних многолетних дат. В восточных регионах Витебской и Могилевской областей этот переход осуществился 29 марта – 1 апреля, в сроки, близкие к обычным. Средняя за март температура воздуха составила от –3 до +2 °С и оказалась на 1–2 °С выше климатической нормы.

За **март** на преобладающей части страны сумма выпавших осадков составила 4–19 мм (около 10–55 % месячной нормы). Только местами в Брестской и Гомельской областях суммарное количество осадков достигало 20–23 мм (60–65 % месячной нормы). Осадки выпадали редко, в виде снега, мокрого снега и дождя и носили преимущественно кратковременный характер. Снежный покров на протяжении первой декады марта удерживался повсеместно, с переходом среднесуточной температуры воздуха через 0 °С в начале второй декады он начал разрушаться. На последний день месяца он полностью отсутствовал на большей части территории страны, за исключением Витебской области, отдельных регионов Могилевской и Гродненской областей. Ветры преобладали слабые и умеренные, в течение 1–5 дней они усиливались до 15–20 м/с, местами по востоку страны – до 21–23 м/с. В течение месяца наблюдалось 1–3 дня с туманом, гололедно-изморозевыми отложениями и налипанием мокрого снега на провода. На дорогах отмечалась гололедица.

В **апреле** средняя за месяц температура воздуха составила от +7 до +10 °С, что на 2–3 °С выше климатической нормы. Переход средней суточной температуры воздуха через +5 °С в сторону повышения (начало вегетационного периода) осуществился на большей части территории страны 30 марта – 2 апреля (на 8–14 дней раньше своих обычных сроков), в Витебской, по северу Минской, северо-востоку Могилевской области он произошел 13–17 апреля (в сроки, близкие к обычным). Переход средней суточной температуры воздуха через +10 °С в сторону повышения (начало периода активной вегетации) осуществился 21–23 апреля (лишь в Бресте 18 апреля) – по южной половине страны на 6–9 дней, по северной – на 10–13 дней раньше средних многолетних дат. В целом за апрель на преобладающей части страны суммарное количество осадков не превысило 16–33 мм, что составляет 35–75 % климатической нормы. Лишь на значительной части Брестской области, по южной половине Гродненской и в районе Минска сумма осадков достигала 37–57 мм, что в пределах нормы. В апреле отмечалось 1–4 дня с туманами, местами наблюдался слабый гололед, в течение 1–3 дней во многих районах прогремели грозы. Ветры преобладали слабые и умеренные, в течение 1–5 дней они усиливались до 15–23 м/с.

Средняя за **май** температура воздуха составила от +12 до +15 °С и оказалась в основном на 1 °С выше климатической нормы, местами – около нее. В отдельные сутки первой декады местами ночью отмечались заморозки в воздухе интенсивностью –0,1..–2,5 °С, заморозки на поверхности почвы имели более широкий охват территории – повсеместно по Гродненской и Брестской, местами в Витебской и Минской областях. Их интенсивность –1,0..–3,0 °С. Всего за месяц на преобладающей части страны выпало 43–90 мм осадков, что соответствует 1–1,5 месячной нормы, в районе Жлобина – около двух месячных норм. В то же время в южных районах Минской, юго-восточной части Брестской и на западе Гомельской области суммарное количество осадков не превысило 24–39 мм (около 40–75 % месячной нормы). В отдельные сутки осадки были обильными, их суточное количество достигало 15–31 мм, а на МС Ивацевичи 29 мая за сутки

выпало 42 мм. Дожди в отдельные сутки сопровождались усилением ветра, грозами и выпадением града. 4 мая на территории Гродненской и Брестской областей осадки выпадали в виде снега и мокрого снега, и на западе Гродненской области на непродолжительное время устанавливался снежный покров высотой 1–3 см. В течение месяца отмечалось 3–7 дней с грозами, при которых местами наблюдалось шквалистое усиление ветра порывами до 15–23 м/с, 23 мая на МС Горки – до 25 м/с. В отдельных районах выпадал град. В утренние часы иногда возникали непродолжительные туманы.

Лето. Лето в 2011 г. было теплым. Средняя месячная температура воздуха за июнь составила +17...+20 °С и оказалась на 2–3 °С выше климатической нормы. В целом за месяц на большей части республики количество выпавших осадков составило 58–134 мм (1–1,5 месячной нормы). На метеостанциях Жлобин и Лельчицы сумма осадков достигла двух месячных норм (148–154 мм). В отдельных районах республики, а по Витебской области на большей части отмечался недобор осадков – суммарное их количество не превысило 42–56 мм (53–77 % нормы), а в районе Гродно и Городка – 20–37 мм (около 30–50 % нормы). Дожди выпадали преимущественно во второй и третьей декадах, местами по стране отмечались сильные ливни с суточным максимумом осадков 15–48 мм. В июне в течение 3–13 дней отмечались грозы, которые местами сопровождались усилением ветра порывами до 15–23 м/с, в отдельные дни выпадал град. В утренние часы иногда возникали непродолжительные туманы. В середине месяца местами по Гомельской области и востоку Брестской наблюдалась чрезвычайная пожарная опасность (5-й класс).

В целом за июль средняя температура воздуха составила +19...+22 °С, что на 1–3 °С выше климатической нормы. В целом за месяц на преобладающей части страны выпало 112–204 мм осадков, что соответствует 1,5–2 месячным нормам. Во многих районах Витебской области, по северо-западу Могилевской и на востоке Гомельской области сумма осадков составила 68–109 мм (около нормы). Лишь на северо-западе Витебской области и в районе МС Чечерск Гомельской области суммарное количество осадков не превысило 49–60 мм (60–65 % нормы). Дожди носили ливневый характер и выпадали часто. В отдельные дни в большинстве районов страны отмечались сильные ливни, когда за сутки выпадало 19–49 мм осадков, в Житковичах – 55 мм, в Любани – 61 мм.

В июле отмечалось 9–16 дней с грозами, при грозах в течение 1–4 дней местами отмечалось шквалистое усиление ветра порывами до 15–24 м/с, в отдельных районах выпадал град. В утренние часы иногда возникали непродолжительные туманы.

В августе преобладала теплая, временами неустойчивая погода. Средняя месячная температура воздуха составила +17...+19 °С, что на 1–2 °С выше климатической нормы. За месяц на большей части территории республики выпало от 60 до 122 мм осадков (1–1,5 месячной нормы). В районе МС Лепель суммарное количество осадков достигло двух месячных норм (145 мм). Вместе с тем отмечался недобор осадков во многих районах Гродненской, Брестской, в центральной части Гомельской и Могилевской областей и местами по Минской области. На этих территориях месячное количество осадков не превысило 26–58 мм (35–75 % нормы). В августе преобладали слабые и умеренные ветры, в отдельных районах в течение 1–2 дней они усиливались до 15–23 м/с. В течение 1–7 дней наблюдались грозы, в отдельных местах выпадал град. Во многих районах в течение 1–6 дней в предрассветные часы возникали туманы.

Осень. Сентябрь характеризовался повышенным температурным режимом. В целом среднемесячная температура воздуха составила +12...+15 °С, что на 1–2 °С выше климатической нормы. 17, 18 и 26 сентября местами на торфяниках Полесья наблюдались заморозки до 0...–1 °С, в приземном двухсантиметровом слое – до –2...–4 °С. В сентябре

отмечен дефицит осадков, так как дожди шли редко, носили кратковременный характер. В целом за сентябрь на большей части территории страны суммарное количество осадков составило 13–44 мм (30–70 % месячной нормы). Таким сухим сентябрь в Беларуси бывает примерно один раз в пять лет. Значительный недобор осадков наблюдался в Лунинецком и Ганцевичском районах, где выпало 6 и 9 мм осадков соответственно (10–15 %). На большей части Гродненской, местами по Витебской, Минской и Могилевской областям за месяц выпало 45–69 мм (в пределах месячной нормы), на Нарочи отмечено 81 мм осадков (около 1,5 месячной нормы). В сентябре преобладали слабые и умеренные ветры, лишь в отдельных районах в течение 1–3 дней ветер усиливался до 15–18 м/с. За месяц отмечено от 1 до 4 дней с грозой, в отдельных местах выпадал град. Во многих районах на протяжении 1–8 дней в ночные и утренние часы отмечались туманы.

Средняя за октябрь температура воздуха составила +6...+8 °С, что близко к климатической норме. Переход средней суточной температуры воздуха через 10 °С (окончание периода активной вегетации) произошел 8–9 октября, в южных и юго-западных районах на 4–10 дней позже своих обычных сроков, на остальной территории на 11–18 дней. Переход средней суточной температуры воздуха через +5 °С в сторону понижения (окончание вегетационного периода) осуществился на большей части территории страны 13–15 октября, раньше своих обычных сроков, по северной половине республики – на 4–8 дней, по южной половине – на 9–17 дней. Лишь в Шарковщине, Верхнедвинске, Полоцке и Бресте этот переход осуществился 4–5 ноября. В целом за месяц во многих районах страны выпало 15–41 мм осадков, что составило 35–75 % месячной нормы. И только на большей части Витебской области, по северу Минской и в Барановичском районе Брестской области суммарное количество осадков составило 42–57 мм, что близко к месячной норме. Меньше всего осадков – 6 мм (15 % месячной нормы) отмечено в Гродненском районе. Дожди шли редко, в основном в первой половине месяца. По восточной половине Беларуси 15 октября местами отмечался мокрый снег. Ветры только в течение 1–2 дней в отдельных районах усиливались до 15–19 м/с. За месяц было зарегистрировано от 1 до 8 дней с туманом. В первой половине месяца в отдельных районах наблюдалось 1–2 дня с грозами. В конце месяца, в течение 1–2 дней, местами отмечались слабые гололедно-изморозевые явления.

Ноябрь характеризовался преобладанием теплой погоды и дефицитом осадков. Среднемесячная температура воздуха составила +1...+3 °С, что в основном на 1–3 °С выше климатической нормы. За месяц по северо-западной половине страны выпало от 11 до 35 мм осадков (25–65 % нормы). На большей части Брестской, Гомельской и Могилевской областей такого сухого ноября не было ни разу за всю историю метеонаблюдений. В ноябре преобладали слабые ветры, лишь в течение 1–3 дней местами наблюдалось усиление ветра до 15–19 м/с, а 28 ноября порывы ветра достигали 15–22 м/с, местами 23–24 м/с, в течение 13 дней на значительной части территории республики отмечался гололед.

Декабрь характеризовался теплой, временами очень теплой и неустойчивой погодой. Температура воздуха за первый зимний месяц составила +1...+2 °С, что выше климатической нормы на 4–6 °С. Такой и более теплый декабрь в Беларуси наблюдается примерно раз в 20 лет.

Аномально теплая погода была зафиксирована 5 декабря на юго-востоке и 27 декабря на большей части страны. При этом среднесуточная температура воздуха повышалась до +7...+9 °С и превышала норму на 11–13 °С. В дневные часы местами воздух прогревался до +10...+11 °С, 5 декабря по южной половине Гомельской области – до +12...+14 °С. 5 декабря на метеостанциях Житковичи и Лельчицы, 27 декабря на метео-

станциях Слуцк и Ошмяны были установлены новые абсолютные максимумы декабря для этих станций. В декабре осадки выпадали в виде дождя, мокрого снега, а в периоды похолоданий в виде снега. В целом за декабрь на большей части страны выпало 32–51 мм (около месячной нормы). Во многих районах Гомельской, Могилевской, Витебской областей и по северо-западу Минской области суммарное количество осадков достигло 52–78 мм (полторы месячной нормы). И лишь на метеостанциях Ганцевичи, Дрогичин и Гродно отмечался недобор осадков. Здесь выпало не более 19–28 мм (в пределах 30–60 % месячной нормы). На протяжении месяца в основном преобладали умеренные ветры, лишь 26–28 декабря на значительной части территории наблюдалось усиление ветра порывами до 15–19 м/с, местами – 20–24 м/с. В течение 1–7 дней возникали туманы, местами отмечался слабый гололед, на дорогах возникала гололедица.

Особенности климата в Нарочанском регионе в 2011 г. представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Климатические особенности Нарочанского региона в 2011 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) *												
35	85	177	222	263	316	282	252	152	81	35	15	1915
Средняя месячная и годовая температура воздуха (°С)												
-3,9	-9,0	-1,0	7,1	12,5	17,7	19,6	16,9	12,8	6,3	2,7	1,1	6,9
Суммарное по месяцам и за год количество осадков (мм)												
59	33	14	23	47	75	137	81	80	33	22	64	667
Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)												
1,3	1,7	1,9	1,3	1,2	1,2	0,9	1,0	1,1	1,0	1,4	1,7	1,3
Повторяемость (процент) направления ветра и штилей												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С	5	5	6	9	11	13	4	5	0	2	4	1
СВ	1	9	2	4	8	8	10	4	0	2	4	0
В	8	21	16	19	23	18	41	17	11	5	11	8
ЮВ	12	9	2	8	4	2	10	6	3	8	4	10
Ю	19	3	9	3	8	2	7	16	4	8	7	37
ЮЗ	21	14	17	3	11	8	10	19	16	30	26	24
З	28	25	32	29	20	27	10	17	55	34	33	15
СЗ	7	15	17	26	14	21	10	16	11	10	11	5
Штиль	24	21	17	37	33	32	32	30	30	32	25	9

* Фотосинтетически активная радиация, информация представлена по ближайшей к Озерной станции Нарочь МС г. п. Шарковщина Витебской области.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ОЗЕР НАРОЧЬ И МЯСТРО В 2010 году

2.1. Ледовые явления, толщина льда и снежный покров

Появление устойчивых ледяных образований зимой 2009–2010 гг. отмечено на озерах Мястро и Нарочь 12 декабря, что на 3–4 недели позже средних многолетних сроков.

Ледостав на оз. Мястро образовался 15 декабря, оз. Нарочь 17 декабря, что позднее обычного на 9 и 4 дней соответственно. Разрушение ледостава началось 30 марта на оз. Мястро и 7 апреля на оз. Нарочь, что на 5 и 9 дней позже средних многолетних сроков (табл. 2.1.1). Окончание ледостава на оз. Мястро отмечалось 12 апреля, а на оз. Нарочь 14 апреля, что на два дня позже средних многолетних сроков. Поэтому, несмотря на позднее начало образования ледостава, его продолжительность была близка к средней многолетней и составила 119 дней на озерах Мястро и Нарочь.

Полное очищение водной поверхности ото льда произошло 19 апреля на оз. Мястро и 18 апреля на оз. Нарочь, что позже средних многолетних сроков на 2–6 дней.

Наибольшая толщина льда на оз. Мястро отмечена в первой половине марта и составила 66 см, что на 9 см больше среднемноголетней величины (57 см). При этом наибольшая толщина льда за весь период наблюдений отмечалась в 1963 г. и составляла 75 см.

Наибольшая толщина льда на оз. Нарочь наблюдалась во второй половине марта и составила 59 см, что на 11 см больше среднемноголетнего значения, которое составило 48 см. Наибольшая толщина льда на оз. Нарочь за весь период наблюдений отмечалась в 1947 г. и составляла 79 см.

Высота снега на льду постепенно увеличивалась с декабря и достигла своего максимального значения к середине февраля. Максимальная высота снега на оз. Мястро составила 33 см, на оз. Нарочь – 32 см (табл. 2.1.2).

Таблица 2.1.1

**Ледовые явления на участке поста наблюдений за 2009–2010 гг.
и за многолетний период (средние значения)**

Период	Осенне-зимние ледовые явления				Весенние ледовые явления				Продолжительность периода, свободного ото льда
	дата		продолжительность, дни		дата			продолжительность весенних ледовых явлений	
	появление ледовых образований	начало ледостава	осенние ледовые явления	ледостав	начало разрушения льда	окончание ледостава	очищение ото льда		
Озеро Мястро									
2009–2010	12.12	15.12	3	119	30.03	12.04	19.04	20	224
1961–2010	12.11	6.12	17	124	25.03	10.04	13.04	18	220

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	
	появление ледовых образований	начало ледостава	осенние ледовые явления	ледостав	начало разрушения льда	окончание ледостава	очищение ото льда		
Озеро Нарочь									
2009–2010	12.12	17.12	5	119	07.04	14.04	18.04	11	225
1944–2010	23.11	13.12	15	120	29.03	12.04	16.04	17	226

Таблица 2.1.2

Толщина льда и высота снега на льду у берега (см) на последний день декады, наибольшая за сезон 2009–2010 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														
2009–2010	10					6	29	15	56	2	66	–	–	66 10.03 1
	20			3	13	5	35	33	59	2	64			
	последний день месяца			7	22	14	50	5	58		48			
	Наибольшая за многолетие (1961–2010)													75 31.03.63 1
Озеро Нарочь														
2009–2010	10					9	25	19	49	10	57		24	59 20.03 1
	20			4	11	9	36	32	51	7	59			
	последний день месяца			11	20	22	47	12	51		47			
	Наибольшая за многолетие (1944–2010)													79 10.03.47– 20.03.47 3

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

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

Холодная зима и позднее очищение озер ото льда обусловили и более поздний переход температуры воды у берега через 0,2 °С на оз. Мястро на 7 дней, а на оз. Нарочь на 10 дней по сравнению со средними многолетними датами перехода. Высокие температуры воздуха в конце марта – начале апреля обусловили более ранний переход температуры воды через 4 °С (на 4 дня раньше средних многолетних сроков). Переход температуры воды через 10 °С на оз. Мястро произошел в срок, близкий к среднему многолетнему, а на оз. Нарочь на 5 дней раньше нормы (табл. 2.2.1).

Температура воды у берега в первой и третьей декадах апреля была ниже средней многолетней, а во второй декаде – выше среднего многолетнего значения. В летние месяцы температура воды была значительно выше средних многолетних значений (на 1,4–5,5 °С) (см. табл. 2.2.1). Такая высокая температура воды в летний период обусловлена аномально высокими температурами воздуха.

В 2010 г. отмечены максимальные температуры воды за весь период наблюдений: на оз. Мястро она наблюдалась 17 и 23 июля и составила 29,1 °С. На оз. Нарочь высшая температура воды составила 29,7 °С и наблюдалась 16 августа.

Переход температуры воды через 10 °С осенью произошел 6 октября, что на 3–4 дня раньше средних многолетних сроков. Переход температуры воды через 4 °С осенью отмечался 26 октября, что на 15–16 дней позже средних многолетних сроков. Резкое похолодание и ранний переход температуры воздуха через 0 °С обусловили более ранний переход температуры воды через 0,2 °С на 3–10 дней по сравнению со средними многолетними сроками.

Температура воды поверхностного слоя на акватории водоемов в апреле–августе и в ноябре была выше нормы, а в сентябре–октябре – в пределах среднемноголетних значений (табл. 2.2.2).

Повышенный температурный режим водной массы способствовал большему испарению с водной поверхности.

2.3. Уровень воды в озерах Мястро и Нарочь

Метеорологические факторы и условия формирования притока обеспечили значительный весенний подъем уровня воды в водоемах. Уровни воды в озерах в зимние и весенние месяцы были выше средних многолетних на 1–9 см. Наибольший уровень воды на оз. Мястро сформировался к 15 апреля и составил 215 см, что выше средних многолетних значений на 12 см. На оз. Нарочь максимальный уровень воды в 2010 г. наблюдался 5 августа. Формированию максимального уровня воды в августе способствовало: большое количество осадков, выпавших в августе на всю площадь водосбора, и сгонно-нагонные явления, наблюдавшиеся на озере, что составило 199 см, на 11 см выше среднего многолетнего.

Средние месячные уровни воды на озерах Мястро и Нарочь за весь период были выше средних многолетних величин (табл. 2.3.1).

Низший уровень воды на оз. Мястро наблюдался с 5 по 20 февраля и составил 187 см, что на 14 см выше низшего среднего многолетнего уровня. На оз. Нарочь низший уровень воды наблюдался с 1 по 4 января и составил 171 см, что на 15 см выше средних значений низшего уровня за многолетний период.

Годовая амплитуда уровней на оз. Мястро и оз. Нарочь находилась в пределах нормы.

Таблица 2.2.1

Температура воды (°С) у берега за 2010 г. и за многолетний период

Период	Дата перехода температуры воды весной		IV			VI	VII	VIII	IX	X	XI				
	0,2°	4°	10°	1	2						3	1	2	3	
Озеро Мястро															
2010	31.03	11.04	08.05	2,0	5,4	7,1	15,4	19,7	25,1	23,4	14,3	7,6	5,3	5,5	3,5
1962–2010	24.03	15.04	07.05	2,8	4,8	7,8	13,2	18,2	20,1	19,0	13,5	7,4	3,7	2,3	1,2
Озеро Нарочь															
2010	13.04	18.04	08.05	0,4	3,6	7,1	14,0	18,3	24,6	23,9	14,6	7,5	5,9	6,2	3,5
1945–2010	03.04	22.04	13.05	1,2	3,4	6,8	11,5	16,9	19,1	18,6	13,9	7,8	4,0	2,5	1,2

Продолжение табл. 2.2.1

Период	Дата перехода температуры воды осенью		Высшая температура		
	10°	4°		t°	дата
Озеро Мястро					
2010	06.10	26.11	30.11	29,1	17.07, 23.07
1962–2010	10.10	11.11	10.12	29,1	17.07.10, 23.07.10
Озеро Нарочь					
2010	06.10	26.11	29.11	29,7	16.08
1945–2010	09.10	10.11	02.12	29,7	16.08.10

Примечание. Для апреля и ноября даны среднедекадные данные, для мая – октября – среднемесячные.

Температура поверхностного слоя воды (°С) на акватории за 2010 г. и за многолетний период (средние значения)

Период	IV			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI			XII	
	1	2	3							1	2	3	1	2
Озеро Мястро														
2010	–	–	6,7	14,6	19,6	24,7	22,3	14,3	8,3	5,6	5,7	–	–	–
1969–2010	3,5	5,9	8,1	13,4	18,4	20,5	19,7	14,2	8,2	4,4	3,3	2,1	1,1	0,4
Озеро Нарочь														
2010	–	–	6,8	13,7	18,1	24,0	22,7	14,9	9,0	6,4	6,4	3,9	–	–
1969–2010	2,3	3,9	6,9	11,8	16,9	19,5	19,2	14,7	8,9	5,0	3,9	2,5	1,2	0,4

Пр и м е ч а н и е. Для апреля, ноября и декабря даны среднедекадные данные, для мая–октября – среднемесячные.

Таблица 2.3.1

Средние месячные и характерные уровни воды (см) за 2010 г. и многолетний период

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2010	191	187	192	212	204	199	198	196	201	195	196	196
1962–2010	185	186	189	198	195	189	186	183	180	180	182	183
Озеро Нарочь (отметка нуля поста 163,65 м БС)												
2010	172	176	180	187	190	188	191	189	190	183	184	184
1945–2010	169	171	174	179	181	179	176	173	169	166	166	167

Продолжение табл. 2.3.1

Период	Среднегодовой	Высший		Низший		Годовая амплитуда
		Н _{макс.}	дата	Н _{мин.}	дата	
Озеро Мястро (отметка нуля поста 163,65 м БС)						
2010	197	215	09–15.04 (7)	187	05–20.02 (16)	28
1962–2010	186	204*	22.04	174*	11.07	30
Озеро Нарочь (отметка нуля поста 163,65 м БС)						
2010	185	199	05.08	171	01–04.01 (4)	28
1945–2010	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 2.4.1

Средние месячные расходы воды по ручьям (л/с), впадающим в оз. Нарочь, и протоке Скема (м³/с) за 2010 г. и за многолетний период

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ручей б/н – п. г. т. Нарочь (площадь водосбора 2,92 км²)												
2010	5,74	3,05	17,0	27,5	13,4	6,40	5,43	9,49	20,6	9,69	15,5	8,70
1962–2010	6,46	6,11	12,4	21,8	11,8	6,93	4,06	3,99	4,07	5,45	7,40	6,66
Ручей б/н – д. Куна (площадь водосбора 2,10 км²)												
2010	3,12	2,96	5,98	7,24	4,63	3,45	3,12	3,50	5,07	3,81	4,61	3,41
1963–2010	3,64	3,62	5,75	9,01	5,63	4,16	3,14	2,94	3,06	3,73	4,22	3,95
Ручей б/н – д. Антонисберг (площадь водосбора 5,56 км²)												
2010	25,6	19,0	166	123	30,5	15,4	14,1	7,40	29,7	10,5	28,0	20,4
1963–2010	30,7	32,5	77,8	106,0	35,3	20,2	14,2	10,6	11,7	21,2	31,3	31,0
Протока Скема – д. Никольны (площадь водосбора 133 км²)												
2010	1,12	0,92	1,04	2,51	1,46	0,84	0,72	0,53	0,81	0,81	0,99	0,97
1961–2010	0,74	0,78	0,96	1,68	1,33	0,76	0,50	0,45	0,44	0,51	0,64	0,68

Продолжение табл. 2.4.1

Период	Среднегодовой расход	Наибольший		Наименьший	
		расход	дата	периода открытого русла	зимнего периода
Ручей б/н – п. г. т. Нарочь (площадь водосбора 2,92 км²)					
2010	11,9	130	02.09	0,75	1,30
1962–2010	8,09	273	05.08.79	нб (29 %)	нб (12 %)
Ручей б/н – д. Куна (площадь водосбора 2,10 км²)					
2010	4,24	17,0	21.03, 22.03	1,00	2,00
1963–2010	4,38	86,5	07.06.94	нб (23 %)	нб (19 %)
Ручей б/н – д. Антонисберг (площадь водосбора 5,56 км²)					
2010	40,9	774	22.03	1,60	8,75
1963–2010	35,2	1600	05.10.78	нб (25 %)	нб (10 %)
Протока Скема – д. Никольны (площадь водосбора 133 км²)					
2010	1,06	2,82	10–15.04 (6)	0,41	
1961–2010	0,79	3,98	07.05.64	0,043	

П р и м е ч а н и е. нб – отсутствие стока, рядом в скобках процент от общего числа наблюдений за многолетний период.

Таблица 2.4.2

Средние месячные расходы воды (м³/с) по р. Нарочь, вытекающей из оз. Нарочь, за 2010 г. и за многолетний период

Период	р. Нарочь – с. Черемшицы (площадь водосбора 337 км ²)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2010	1,65	1,42	3,26	4,62	3,93	3,47	2,41	2,09	1,92	1,91	2,69	2,62
1962–2010	1,63	1,74	2,34	3,22	2,74	1,93	1,32	1,08	1,08	1,34	1,60	1,65

Продолжение табл. 2.4.2

Период	Среднегодовой расход	Наибольший		Наименьший			
		расход		расход			
		расход	дата	период открытого русла	зимний период		
2010	2,67	6,21	29.03	1,45	14.09–18.10 (7)	0,72	31.01
1962–2010	1,79	6,21	29.03.10	0,22	05.10.02	0,057	29.12.02–12.01.03 (9)

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, кроме ручья без названия у д. Купа, и протоке Скема был значительно выше средних многолетних значений. Среднемесячные расходы воды по основным притокам и р. Нарочь, вытекающей из оз. Нарочь, на фоне среднемноголетних значений представлены в табл. 2.4.1 и 2.4.2.

Поверхностный приток в зимний период в сравнении со средними многолетними значениями был ниже и составил 50–89 % от нормы по впадающим ручьям. Поверхностный приток по протоке Скема в весенние месяцы составил 108–149 % от среднемноголетнего значения.

Сток из озера по р. Нарочь в зимние месяцы был близок к среднему многолетнему. В связи с повышением температуры воздуха и прогревом воды в марте поверхностный приток в озеро по впадающим ручьям и протоке Скема значительно увеличился и составил 104–213 % от среднемноголетнего значения.

В летний период поверхностный приток по впадающим ручьям и протоке Скема составил 143–194 % от нормы.

В связи с большим количеством осадков, выпавших в августе – начале сентября, в сентябре отмечалось значительное увеличение притока по впадающим ручьям и протоке Скема (на 166–506 %). Сток из оз. Нарочь по р. Нарочь в этот период был также значительно выше среднего многолетнего и составил 178 %.

Осенью приток в озеро по протоке Скема и впадающим ручьям был выше среднего многолетнего (102–178 %), кроме ручья без названия у д. Антонисберг, где приток составил 50–90 % от нормы. Сток из озера по р. Нарочь в этот период составил 143–168 % от нормы.

3

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2010–2011 годов

3.1. Физико-химические показатели экологического состояния озер

Полевые наблюдения в Малом плесе оз. Нарочь проводили в период осенней гомотермии, в первую половину подледного периода и в пелагической зоне всех трех озер в конце подледного периода. В первые два срока наблюдений гидрохимический и гидробиологический анализы проводились в интегральной пробе, отражающей средний состав озерной воды, в конце подледного периода анализировалась вода с поверхностных, срединных и придонных слоев.

Гидроэкологическая ситуация в подледный период определяется, главным образом, его продолжительностью. Малый плес полностью покрылся льдом, по нашим данным, 03.12.2010, а озеро в целом – 09.12.2010. Вскрытие озера ото льда произошло 20.04.2011, т. е. подледный период длился 132 суток и явился наиболее продолжительным в ряду последних лет, как указано в табл. 3.1.1. Данные полевых наблюдений о прозрачности воды, вертикальном распределении температуры и содержании растворенного в воде кислорода представлены в табл. 3.1.2.

Во время осенней гомотермии в оз. Нарочь прозрачность воды была равна 8,3 м. Содержание растворенного в воде кислорода распределялось по столбу воды равномерно при насыщении, близком к 89,0–89,5 %. В течение подледного периода прозрачность снижалась и составила в середине января 7,0 м, а в середине марта – 6,7 м.

Таблица 3.1.1

**Сроки и продолжительность ледостава
на оз. Нарочь в 2005–2011 гг.**

Сезон	Начало ледостава	Окончание ледостава	Продолжительность ледостава, сут
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

Таблица 3.1.2

**Прозрачность воды, температурный и кислородный режимы
в Нарочанских озерах в осенне-зимний период 2010–2011 гг.**

Дата	Прозрач- ность, м	Горизонт, м	Температура, °С	Растворенный в воде кислород	
				мг/л	насыщение, %
Озеро Нарочь, Малый плес (16,5 м)					
09.11.2010	8,3	0,5	6,0	11,15	89,5
		3,0	6,0	11,15	89,5
		6,0	6,0	11,20	89,9
		8,0	6,0	11,07	88,8
		12,0	6,0	11,15	89,5
		16,0	6,0	11,02	88,4
Озеро Нарочь, Малый плес (16,5 м)					
18.01.2011	7,0	0,5	0,2	12,93	88,7
		3,0	0,2	12,80	87,8
		6,0	0,5	12,82	88,7
		8,0	0,7	12,24	85,2
		12,0	1,4	10,67	75,7
		16,0	2,1	3,98	28,8
Озеро Баторино, пелагиаль (5,5 м)					
14.03.2011	3,0	0,5	0,9	7,91	55,3
		3,0	2,9	4,43	32,7
		5,0	4,4	1,15	8,9
Озеро Мястро, пелагиаль (9,5 м)					
14.03.2011	4,1	0,5	1,6	13,11	93,5
		4,0	2,1	10,71	77,5
		7,0	2,7	7,30	53,7
		9,0	3,5	1,83	13,7
Озеро Нарочь, Малый плес (16,5 м)					
16.03.2011	6,7	0,5	0,9	13,61	95,2
		3,0	1,1	13,24	93,1
		6,0	1,3	11,62	82,2
		8,0	1,4	11,37	80,7
		12,0	2,0	10,43	75,2
		16,0	3,6	2,27	17,1

В оз. Мястро в конце подледного периода прозрачность воды составляла 4,1 м, в оз. Баторино – 3,0 м. Для всех озер характерна обратная термическая стратификация с максимальными значениями температуры в придонном горизонте (3,5–3,6 °С в озерах Нарочь и Мястро и 4,4 °С в оз. Баторино). В это же время постепенно формируется кислородная дихотомия (расслоение). В поверхностном слое содержание растворенного

в воде кислорода сравнительно высоко, тогда как в водной толще в целом, главным образом за счет придонного слоя, происходит его исчерпание. В середине марта содержание растворенного в воде кислорода в поверхностном слое озер Нарочь и Мястро составляло около 95 % насыщения, уменьшаясь к придонному слою до 14–17 % насыщения. Гораздо более напряженным был кислородный режим в оз. Баторино. Здесь концентрация растворенного в воде кислорода снижалась с 7,9 мг O₂/л в поверхностном слое до 1,1 мг O₂/л в придонном (соответственно 55 и 9 % насыщения). После вскрытия озер ото льда и полного весеннего перемешивания водная масса вновь насыщается кислородом до величин, близких к 100 %.

В таблице 3.1.3 представлены величины показателей качества воды, наблюдаемые в позднесенний и зимний периоды в Нарочанских озерах.

Таблица 3.1.3

**Показатели качества воды в оз. Нарочь в осенне-зимний период
2010–2011 гг.**

Показатель		Озеро Нарочь, Малый плес					
		09.11.10	18.01.11	16.03.11			
				Горизонт, м*			
		интегральная проба*	интегральная проба*	0,5	5,0	10,0	16,0
Сестон, мг/л (1,5 мкм)**		0,68	0,44	0,58	0,32	0,32	0,33
Сестон, мг/л (0,4 мкм)**		0,93	0,68	0,89	0,83	0,89	0,44
Зольность сестона, %		43,8	47,8	н	н	н	н
Хлорофилл (1,5 мкм)**	мкг/л	1,12	0,29	0,39	1,32	0,89	0,47
	доля в сестоне, процент	0,16	0,07	0,07	0,41	0,28	0,14
Хлорофилл (0,4 мкм)**	мкг/л	1,91	0,82	0,67	2,45	1,67	0,76
	доля в сестоне, процент	0,21	0,12	0,08	0,29	0,19	0,17
БПК ₁ , мг O ₂ /л		0,21	0,12	0,04	0,07	0,14	0,12
БПК ₅ , мг O ₂ /л		0,90	0,39	1,39	1,01	1,30	0,57
Органическое вещество общее, мг С/л		5,20	4,99	5,43	5,84	5,58	5,09
Органическое вещество взвешенное, мг С/л		0,19	0,11	н	н	н	н
Общий азот, мг N/л		0,477	0,688	2,099	0,625	0,785	0,849
Аммонийный азот, мг N/л		0,025	0,018	1,017	0,028	0,032	0,447
Нитратный азот, мг N/л		0,012	0,032	0,812	0,060	0,061	0,153
Нитритный азот, мг N/л		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003
Сумма минеральных форм азота, мг N/л		0,037	0,050	1,829	0,088	0,093	0,600
Органический азот, мг N/л		0,440	0,638	0,270	0,537	0,692	0,249
Общий фосфор, мг P/л		0,011	0,008	0,034	0,046	0,028	0,019
Фосфаты, мг P/л		0,002	0,003	0,016	0,001	0,002	0,006
рН		8,43	7,57	7,13	7,43	7,31	7,12
Электропроводность, мкС		244	229	185	233	240	265

Продолжение табл. 3.1.3

Показатель		Озеро Мястро, пелагиаль		
		14.03.11		
		Горизонт, м*		
		0,5	4,5	9,0
Сестон, мг/л (1,5 мкм)**		0,89	0,74	1,27
Сестон, мг/л (0,4 мкм)**		1,25	0,98	1,27
Хлорофилл (1,5 мкм)**	мкг/л	3,30	4,18	1,02
	доля в сестоне, процент	0,37	0,59	0,08
Хлорофилл (0,4 мкм)**	мкг/л	4,37	5,74	н
	доля в сестоне, процент	0,35	0,46	н
БПК ₁ , мг О ₂ /л		н	н	н
БПК ₅ , мг О ₂ /л		2,09	1,55	1,60
Органическое вещество общее, мг С/л		11,56	11,60	12,41
Органическое вещество взвешенное, мг С/л		0,37	0,44	1,06
Общий азот, мг N/л		0,805	0,859	1,252
Аммонийный азот, мг N/л		0,102	0,102	0,119
Нитратный азот, мг N/л		0,120	0,167	0,361
Нитритный азот, мг N/л		0,002	0,001	0,022
Сумма минеральных форм азота, мг N/л		0,224	0,270	0,502
Органический азот, мг N/л		0,581	0,589	0,750
Общий фосфор, мг P/л		0,016	0,022	0,025
Фосфаты, мг P/л		0,000	0,000	0,007
рН		7,67	7,69	7,52
Электропроводность, мкС		289	293	336

Продолжение табл. 3.1.3

Показатель		Озеро Баторино, пелагиаль		
		14.03.11		
		Горизонт, м *		
		0,5	3,0	5,0
Сестон, мг/л (1,5 мкм)		1,10	0,76	4,97
Сестон, мг/л (0,4 мкм)**		1,97	1,57	6,50
Хлорофилл (1,5 мкм)**	мкг/л	0,47	1,14	1,21
	доля в сестоне, процент	0,04	0,15	0,02
Хлорофилл (0,4 мкм)**	мкг/л	0,68	1,71	1,42
	доля в сестоне, процент	0,03	0,11	0,02
БПК ₁ , мг О ₂ /л		н	н	н
БПК ₅ , мг О ₂ /л		1,52	1,47	1,83
Органическое вещество общее, мг С/л		13,97	13,00	18,64
Органическое вещество взвешенное, мг С/л		0,25	0,47	0,14
Общий азот, мг N/л		1,601	1,819	2,304
Аммонийный азот, мг N/л		0,537	0,541	0,663

Показатель	Озеро Баторино, пелагиаль		
	14.03.11		
	Горизонт, м *		
	0,5	3,0	5,0
Нитратный азот, мг N/л	0,479	0,948	0,530
Нитритный азот, мг N/л	0,002	0,017	0,013
Сумма минеральных форм азота, мг N/л	1,018	1,506	1,206
Органический азот, мг N/л	0,583	0,313	1,098
Общий фосфор, мг P/л	0,021	0,018	0,017
Фосфаты, мг P/л	0,000	0,000	0,000
pH	7,62	7,58	7,38
Электропроводность, мкС	416	463	562

П р и м е ч а н и е. н – отсутствие определений.

* Анализ проводился либо в интегральной пробе воды, либо по горизонтам.

** Фильтры с размером пор 1,5 мкм и 0,4 мкм.

Концентрацию взвешенных веществ и содержание хлорофилла *a* (результаты приведены без учета феопигментов) в текущем году определяли в двух вариантах: при сборе взвеси на ядерных фильтрах с диаметром пор 0,4 мкм и с диаметром пор 1,5 мкм (принятый нами стандарт в многолетнем мониторинге). Разность измеренных величин на фильтрах отражает общее содержание мелкодисперсной фракции взвешенных веществ и хлорофилл-содержащей компоненты в ее составе.

В осенне-зимнем сезоне концентрация взвешенных веществ, улавливаемых на фильтрах с диаметром пор 1,5 мкм, в оз. Нарочь была в пределах 0,68–0,32 мг/л с понижением в течение подледного периода. Мелкодисперсная фракция, определенная в интегральной пробе воды, осенью и в начале подледного периода составляла от 25 до 35 % общего содержания взвеси, собранной на фильтрах с размером пор 0,4 мкм. Эти же пределы были характерны в середине марта для поверхностного и придонного горизонтов, в то время как на глубинах 5 и 10 м ее доля повысилась до 60 %. К середине зимы резко снизилось абсолютное и относительное содержание хлорофилла в сухой массе сестона. Так, в пробах, собранных на фильтрах с размером пор 1,5 мкм, концентрация хлорофилла снизилась от 1,12 мкг/л и 0,16 % в конце первой декады ноября до 0,29 мкг/л и 0,07 % к середине января. В общей массе хлорофилл-содержащей взвеси доля мелкодисперсной фракции оказалась зимой более высокой, чем в конце осени – 41 % в ноябре и 65 % в январе. В марте в оз. Нарочь при равномерном распределении количества сестона в водной толще, за исключением несколько повышенной концентрации в подповерхностном горизонте (0,6 против 0,3 мг/л), содержание хлорофилла заметно различалось по глубине водного слоя. Максимальные абсолютные и относительные величины хлорофилла наблюдались на 5 м. Следует отметить высокое относительное содержание хлорофилла в сухой массе сестона (0,41 и 0,28 %) на глубинах 5 и 10 м. Доля мелкодисперсной фракции в общем количестве хлорофилл-содержащей взвеси на глубинах 5 и 10 м составляла 46 % и немногим ниже была в поверхностном (42 %) и придонном (38 %) горизонтах.

В оз. Мястро в середине марта не было существенных различий концентрации взвеси по глубине водного слоя. Мелкодисперсная фракция составляла 25–30 %. Неожиданно высоким оказался уровень абсолютного и относительного содержания хлорофилла в составе взвешенных веществ в поверхностном и срединном горизонтах. В придонном

слое величины обоих показателей были значительно ниже. Доля мелкодисперсной хлорофилл-содержащей взвеси в общем ее содержании составляла 25–27 %.

В оз. Баторино концентрация sestона, улавливаемого на фильтрах с размером пор 1,5 мкм, незначительно превышала ее величины в оз. Мястро (0,76–4,97 против 0,74–1,27 мг/л). Однако доля мелкодисперсной фракции здесь оказалась несколько выше – 44 % у поверхности, 23 % в придонном слое. Содержание хлорофилла в оз. Баторино было значительно ниже, чем в оз. Мястро. Во взвеси, улавливаемой на фильтрах 1,5 мкм, максимум абсолютных значений был приурочен к придонному слою, на фильтрах 0,4 мкм к глубине 3 м. Максимальное относительное содержание пигмента в обоих случаях наблюдалось на 3 м при ничтожно малой его доле в поверхностном и придонном горизонтах. В общей массе хлорофилл-содержащей взвеси преобладала мелкодисперсная фракция – 89 % у поверхности и 80 % на глубине 3 м.

Скорости биохимического потребления кислорода при экспозиции в течение 1 суток (БПК₁) в воде оз. Нарочь колебались в пределах 0,04–0,21 мг O₂/л, при пятисуточной экспозиции (БПК₅) – 0,39–1,39 мг O₂/л, что характерно для мезотрофных озер. Величины БПК₁ в озерах Мястро и Баторино не определены. Уровень БПК₅ в этих озерах выше, чем в оз. Нарочь (1,55–2,09 в оз. Мястро и 1,47–1,83 мг O₂/л в оз. Баторино), что согласуется с их более высоким уровнем трофии. Активная реакция среды (показатель рН) в подледный период в исследуемых озерах закономерно менялась в пределах 7,12–7,69. Общая минерализация воды, показателем которой может служить электропроводность, напротив, закономерно возрастала с увеличением трофности озер (185–265 мкС в оз. Нарочь, 289–336 в оз. Мястро и 416–562 мкС в оз. Баторино) с максимальными значениями в придонных слоях.

Общее содержание органического вещества в воде оз. Нарочь в подледный период колебалось в небольших пределах – от 5,0 до 5,8 мг С/л. В озерах Мястро и Баторино содержание органического вещества в конце подледного периода составляло соответственно 11,6–12,4 и 13,0–18,6 мг С/л, преимущественно в растворенной форме. Концентрации общего азота и общего фосфора в воде оз. Нарочь в осенний период и в первую половину подледного сезона были обычны для этого водоема (0,48–0,69 мг N/л и 0,008–0,011 мг P/л). В сумме соединений азота преобладали органические формы, а среди минеральных форм соотношение аммонийного и нитратного азота было примерно равным. Нитритный азот и фосфатный фосфор, как обычно, обнаруживались в следовых количествах. Однако в конце подледного периода были зарегистрированы чрезвычайно высокие концентрации общего азота и общего фосфора в поверхностном слое (2,10 мг N/л, преимущественно в минеральной форме при некотором преобладании аммонийной формы над нитратной и 0,034–0,046 мг P/л при концентрации фосфатов в поверхностном слое до 0,016 мг P/л). Такое наблюдается, как правило, при резком таянии снежно-ледового покрова и поступлении талых вод в подповерхностный слой. В вертикальном распределении биогенных элементов в этот период характерно накопление минеральных форм в придонном слое. В воде озер Мястро и Баторино в конце подледного сезона наблюдается повышение концентраций общих и в том числе минеральных форм азота от поверхности к придонному слою (соответственно от 0,81 до 1,25 мг N/л и от 0,224 до 0,502 мг N/л в оз. Мястро и от 1,60 до 2,30 мг N/л и от 1,018 до 1,206 мг N/л в оз. Баторино). В сумме минеральных форм в воде этих двух озер, как правило, нитратная форма преобладает над аммонийной. В оз. Мястро концентрация общего и минерального фосфора, так же как и азота, возрастает от поверхностных слоев к придонным (соответственно от 0,016 до 0,025 мг P/л и от 0,000 до 0,007 мг P/л), тогда как в оз. Баторино закономерностей в вертикальном распределении фосфора не обнаружено.

В целом гидрохимический режим Нарочанских озер в подледный период 2010–2011 гг. находился в пределах, характерных для последних лет.

3.2. Фитопланктон

Изучение фитопланктона проводили стандартными методами, неизменно применяемыми нами на протяжении многолетнего периода изучения озер*.

В осенне-зимний период 2010–2011 гг. видовой состав фитопланктона Нарочанских озер был представлен небольшим числом видов (в оз. Нарочь – 23, в оз. Мясро – 8, в оз. Баторино – 21 видом).

В таблицах 3.2.1 и 3.2.2 приведены доминирующие комплексы структурообразующих видов и степень количественного развития фитопланктона трех озер в исследуемый период 2010–2011 гг.

Таблица 3.2.1

Доминирующий комплекс видов фитопланктона озер Нарочь, Мясро, Баторино в осенне-зимний период 2010–2011 гг.

Дата, глубина	Виды-доминанты по численности организмов	Процент	Виды-доминанты по биомассе	Процент
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1				
Накануне ледостава				
09.11.2010 интегральная	<i>Rhodomonas pusilla</i>	73,7	<i>Rhodomonas pusilla</i>	33,8
	<i>Rhodomonas lens</i>	21,1	<i>Rhodomonas lens</i>	28,9
			<i>Cryptomonas curvata</i>	19,9
			<i>Asterionella formosa</i>	11,2
			<i>Cryptomonas marssonii</i>	6,4
Ледостав				
18.01.2011 интегральная	<i>Rhodomonas pusilla</i>	24,8	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	58,8
	<i>Rhodomonas lens</i>	24,8	<i>Rhodomonas lens</i>	24,5
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	24,8	<i>Rhodomonas pusilla</i>	8,2
	<i>Cyclotella</i> sp.	24,8	<i>Cyclotella</i> sp.	8,2
16.03.2011 поверхность	<i>Rhodomonas pusilla</i>	28,2	<i>Gymnodinium</i> sp.	37,0
	<i>Cyclotella</i> sp.	22,5	<i>Trachelomonas volvocina</i>	17,1
	<i>Chromulina</i> sp.	19,7	<i>Rhodomonas lens</i>	15,0
	<i>Rhodomonas lens</i>	14,1	<i>Rhodomonas pusilla</i>	10,0
			<i>Chromulina</i> sp.	7,7
			<i>Cryptomonas marssonii</i>	6,6
5 м	<i>Sphaleromantis ochracea</i>	49,4	<i>Sphaleromantis ochracea</i>	46,5
	<i>Rhodomonas pusilla</i>	27,3	<i>Rhodomonas pusilla</i>	24,5
	<i>Cyclotella</i> sp.	17,6	<i>Dinobryon divergens</i>	12,9
			<i>Cryptomonas marssonii</i>	5,2
10 м			<i>Rhodomonas lens</i>	36,9
	<i>Cyclotella</i> sp.	37,5	<i>Rhodomonas pusilla</i>	20,4
	<i>Rhodomonas pusilla</i>	31,1	<i>Cryptomonas marssonii</i>	14,0
	<i>Rhodomonas lens</i>	18,8	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	9,2
			<i>Asterionella formosa</i>	6,2
			<i>Cryptomonas ovata</i>	5,0

* Михеева Т. М. Методы количественного учета нанофитопланктона (Обзор) // Гидробиол. журн. – 1989. – Т. 25, № 4. – С. 3–21.

Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мясро, Баторино (2010 год) / А. П. Остапеня [и др.] ; под общ. ред. А. П. Остапени. – Минск : БГУ, 2011.

Дата, глубина	Виды-доминанты по численности организмов	Про- цент	Виды-доминанты по биомассе	Про- цент
16 м	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Rhodomonas lens</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	32,7 29,1 29,1	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Gymnodinium</i> sp. <i>Rhodomonas pusilla</i>	49,5 34,8 5,4
После вскрытия ото льда				
27.04.2011 интегральная	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	92,8 5,3	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	71,3 9,1
Озеро Мястро				
Ледостав				
14.03.2011 0,5 м	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Sphaleromantis ochracea</i>	57,3 36,9	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Sphaleromantis ochracea</i> <i>Cryptomonas ovata</i>	70,3 16,6 5,7
4,5 м	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Sphaleromantis ochracea</i>	71,0 18,9 7,1	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Rhodomonas lens</i>	75,9 13,5 5,1
9 м	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Rhodomonas lens</i>	45,1 43,2 9,8	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Rhodomonas lens</i>	48,0 30,6 20,9
Озеро Баторино				
Ледостав				
14.03.2011 0,5 м	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Chromulina</i> sp. <i>Oocystis pusilla</i>	35,9 23,9 12,0 12,0 6,0	<i>Cyclotella ocellata</i> <i>Gymnodinium</i> sp. <i>Rhodomonas pusilla</i>	42,0 35,1 8,1
3 м	<i>Kephyrion sphaericum</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas ovata</i> <i>Synedra acus</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	41,8 13,9 9,3 7,0 7,0	<i>Cryptomonas curvata</i> <i>Kephyrion sphaericum</i> <i>Synedra acus</i> <i>Cryptomonas ovata</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Gymnodinium</i> sp.	29,5 16,0 14,1 13,8 7,6 5,6
5 м	<i>Lyngbya limnetica</i> <i>Pseudoanabaena</i> sp. <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Kephyrion sphaericum</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	28,5 28,5 10,7 10,7 7,1	<i>Pseudoanabaena</i> sp. <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Gymnodinium</i> sp. <i>Kephyrion sphaericum</i>	43,0 22,2 16,3 7,8

Таблица 3.2.2

Абсолютные значения показателей количественного развития общего фитопланктона и долевой вклад (в процентах) основных отделов водорослей в общую их численность и биомассу в озерах Нарочь, Мястро, Баторино в 2010–2011 гг. накануне ледостава, в период ледостава и после вскрытия озер ото льда

Дата	Общие величины	Долевой вклад (процент)					
		сине-зеленых	криптофитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
Численность организмов, млн/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
Накануне ледостава							
09.11.2010	0,66	0,0	99,0	0,0	1,1	0,0	0,0
Ледостав							
18.01.2011	0,07	0,0	49,7	0,0	49,7	0,0	0,0
16.03.2011 поверхность	0,33	0,0	47,9	22,5	22,5	2,8	4,2
5 м	4,68	1,8	29,1	51,2	17,7	0,2	0,0
10 м	1,06	0,0	55,0	5,2	39,8	0,0	0,0
16 м	0,27	0,0	61,8	0,0	36,3	0,0	1,8
После вскрытия ото льда							
27.04.2011	24,89	0,0	5,9	92,8	0,5	0,1	0,7
Озеро Мястро							
Ледостав							
14.03.2011 0,5 м	7,72	0,0	3,8	36,9	57,3	1,9	0,0
4,5 м	5,07	0,0	21,9	7,1	71,0	0,0	0,0
9 м	0,38	0,0	53,0	2,0	45,1	0,0	0,0
Озеро Баторино							
Ледостав							
14.03.2011 0,5 м	0,45	0,0	50,9	12,0	23,9	12,0	1,2
3 м	0,63	0,0	34,8	44,1	11,6	4,6	4,9
5 м	0,34	57,0	21,4	10,7	0,0	7,1	3,9
Численность клеток, млн/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
Накануне ледостава							
09.11.2010	0,71	0,0	92,1	0,0	7,8	0,0	0,0
Ледостав							
18.01.2011	0,07	0,0	49,7	0,0	49,7	0,0	0,0
16.03.2011 поверхность	0,36	0,0	44,1	20,8	20,8	10,4	3,9
5 м	1,09	38,0	17,9	32,5	11,3	0,3	0,0
10 м	7,61	0,0	53,5	5,0	41,5	0,0	0,0
16 м	0,27	0,0	61,8	0,0	36,3	0,0	1,8

Дата	Общие величины	Долевой вклад (процент)					
		сине-зеленых	крипто-фитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
После вскрытия ото льда							
27.04.2011	25,07	0,0	5,8	92,3	1,0	0,2	0,7
Озеро Мястро							
Ледостав							
14.03.2011 0,5 м	7,72	0,0	3,8	36,9	57,3	1,9	0,0
4,5 м	5,07	0,0	21,9	7,1	71,0	0,0	0,0
9 м	0,38	0,0	53,0	2,0	45,1	0,0	0,0
Озеро Баторино							
Ледостав							
14.03.2011 0,5 м	0,46	0,0	49,4	11,6	23,3	14,5	1,2
3 м	0,63	0,0	34,8	44,1	11,6	4,6	4,9
5 м	2,95	94,6	2,5	1,2	0,0	1,2	0,5
Биомасса, мг/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
Накануне ледостава							
09.11.2010	0,29	0,0	88,9	0,0	11,2	0,0	0,0
Ледостав							
18.01.2011	0,05	0,0	32,7	0,0	67,0	0,0	0,0
16.03.2011 поверхность	0,19	0,0	35,5	8,1	1,6	0,6	54,1
5 м	1,04	1,1	32,1	61,1	5,2	0,6	0,0
10 м	0,32	0,0	76,3	3,4	20,2	0,0	0,0
16 м	0,29	0,0	59,3	0,0	6,0	0,0	34,8
После вскрытия ото льда							
27.04.2011	2,92	0,0	14,5	71,9	6,6	0,3	6,7
Озеро Мястро							
Ледостав							
14.03.2011 0,5 м	1,89	0,0	8,9	16,6	70,3	4,1	0,0
4,5 м	1,42	0,0	21,3	2,8	75,9	0,0	0,0
9 м	0,11	0,0	51,5	0,7	48,0	0,0	0,0
Озеро Баторино							
Ледостав							
14.03.2011 0,5 м	0,34	0,0	16,3	1,1	42,0	5,4	35,1
3 м							
5 м	0,55	0,0	56,2	16,3	17,4	1,7	8,3
5 м	0,16	43,6	26,9	7,8	0,0	1,4	20,2

До ледостава (ноябрь 2010 г.) доминирующий комплекс водорослей оз. Нарочь был представлен мелкоодноклеточными представителями криптофитовых (*Rhodomonas pusilla* и *Rh. lens*) и крупноклеточным колониальным представителем диатомовых водорослей (*Asterionella formosa*). Криптофитовые составляли 94,7 % от общей численности организмов и 88,9 % от общей биомассы фитопланктона (см. табл. 3.2.1). Представители других отделов водорослей не отмечены. В период ледостава в январе в составе доминирующего комплекса видов фитопланктона остались те же виды криптофитовых, а из диатомовых вместо представителя класса пеннатных *A. formosa* в доминанты вышли представители центрических диатомей – мелкоклеточная *Cyclotella* sp. и крупноклеточная *C. meneghiniana*. В марте сохранилось доминирование криптофитовых и диатомовых, но стали включаться в доминирующий комплекс на некоторых глубинах представители золотистых (*Chromulina* sp., *Sphaleromantis ochracea*, *Dinobryon divergens*), которые составляли около 20 % (а на 5 м – почти 50 %) по численности организмов и биомассе. По сравнению с подледным периодом 2010 г., в 2011 г. в оз. Нарочь отмечены более высокие значения максимальных величин общей численности и биомассы фитопланктона: $N_{\text{орг}}$ – 4,68 против 0,67 млн/л, $N_{\text{кл}}$ – 7,61 против 1,55 млн кл/л, биомассы – 1,04 против 0,33 мг/л.

После вскрытия озера ото льда наблюдалось интенсивное развитие фитопланктона. Так, в марте средняя для столба воды численность организмов фитопланктона в оз. Нарочь составила 1,57, а в апреле уже 24,89 млн/л (биомасса 0,46 и 2,92 мг/л соответственно). В апреле единственным доминантом был мелкоклеточный представитель золотистых водорослей *Chrysidalis peritaphrena*, который определял 92,8 % общей численности организмов и 71,3 % биомассы фитопланктона.

Доминирующий комплекс видов фитопланктона оз. Мястро включал диатомовые (*Cyclotella* sp.), золотистые (*Sph. ochracea*) и криптофитовые (*Rh. pusilla*, *Rh. lens*) водоросли. Диатомовые доминировали на всех горизонтах, золотистые – в поверхностном слое и на 4,5 м, криптофитовые – на 4,5 и 9 м. Максимальные величины количественного развития фитопланктона в оз. Мястро были отмечены в поверхностном слое и снижались по столбу воды. Как и в оз. Нарочь, в оз. Мястро максимальные величины количественных показателей развития фитопланктона были отмечены в поверхностном горизонте и были значительно выше (в 51 раз по численности организмов и клеток и в 9 раз по биомассе) величин 2010 г. (численность организмов и клеток в 2010 г. составила 0,15, в 2011 г. – 7,72 млн/л, биомасса – 0,22 и 1,89 мг/л соответственно).

По численности организмов в оз. Баторино подо льдом (март) доминирующий комплекс видов (см. табл. 3.2.1) на горизонтах 0,5 и 3 м состоял из мелких одноклеточных криптофитовых (в среднем около 43 %), золотистых (28 %) и диатомовых (18 %) водорослей. На глубине 5 м доминировали нитчатые синезеленые (= цианобактерии, цианопрોકариоты) *Lyngbya limnetica* и *Pseudoanabaena* sp., составившие 57 % от общей численности организмов фитопланктона. В доминирующий комплекс по биомассе, кроме вышеперечисленных видов, вошел крупноклеточный представитель динофитовых *Gymnodinium* sp. Уровень величин количественного развития фитопланктона в оз. Баторино по всем показателям в конце подледного периода (март) был ниже, чем в озерах Нарочь и Мястро, что не было характерно для данного озера в прежние годы. Максимальная величина численности организмов составляла только 0,63 млн/л, численности клеток – 2,95 млн/л, биомасса – 0,55 мг/л.

3.3. Зоопланктон

Видовой состав зоопланктона в озерах Нарочь, Мястро и Баторино в 2011 г. в подледный период представлен в табл. 3.3.1.

Таблица 3.3.1

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

Вид	Нарочь	Мястро	Баторино
<i>Cladocera</i>			
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)	–	–	+
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Müller, 1785)	+	+	+
<i>Daphnia cristata</i> (Sars, 1862)	+	+	–
<i>D. cuculata</i> (Sars, 1862)	–	+	–
<i>Copepoda</i>			
<i>Cyclops</i> Müller, 1776 sp.	+	+	+
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljebord, 1888)	+	+	+
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	–	+	–
<i>Rotifera</i>			
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+
<i>Brachionus</i> Pallas, 1766 sp.	+	–	–
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	+	–	–
<i>Filinia</i> Bory de St. Vincent, 1824 sp.	+	+	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+
<i>K. quadrata</i> (Müller, 1786)	–	–	+
<i>Polyarthra</i> Ehrenberg, 1834 sp.	+	–	–

Состав зоопланктона в подледный период был немногочислен, представлен 10 видами в оз. Нарочь, 9 – в оз. Мястро и 8 – в оз. Баторино. Наибольшим видовым разнообразием отличались коловратки. Общими для трех озер являлись *B. longirostris*, *Cyclops* sp, *E. graciloides*, *A. priodonta*, *Filinia* sp., *K. cochlearis*. Только в оз. Нарочь отмечены *Brachionus* sp., *Conochilus unicornis*, *Polyarthra* sp., только в оз. Мястро – *D. cuculata*, *M. leuckarti*, только в оз. Баторино – *A. nana* и *K. quadrata*.

Показатели численности и биомассы зоопланктона в Нарочанских озерах в подледный период представлены в табл. 3.3.2.

Таблица 3.3.2

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

Месяц	Проба, горизонт, м	<i>Cladocera</i>		<i>Copepoda</i>		<i>Rotifera</i>		Суммарная	
		N	B	N	B	N	B	N	B
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй 1									
I	интегральная	0,0	0,000	8,0	0,380	8,0	0,082	16,0	0,462
III	1,0	0,3	0,001	1,3	0,013	0,0	0,000	1,6	0,014
	3,0	0,0	0,000	3,3	0,007	0,3	0,000	3,6	0,007
	6,0	0,0	0,000	7,9	0,037	0,9	0,006	8,8	0,043
	8,0	0,0	0,000	10,0	0,334	0,7	0,014	10,7	0,348
	12,0	0,3	0,012	13,3	0,293	0,3	0,006	13,9	0,310
	15,0	1,0	0,016	5,0	0,146	0,9	0,006	6,9	0,168

Месяц	Проба, горизонт, м	<i>Cladocera</i>		<i>Copepoda</i>		<i>Rotifera</i>		Суммарная	
		<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Озеро Мястро									
III	1,0	0,3	0,001	15,2	0,116	1,0	0,006	16,5	0,123
	4,0	0,3	0,006	21,0	0,550	2,0	0,006	23,3	0,563
	6,0	0,6	0,008	26,6	0,735	1,9	0,006	29,1	0,749
	8,0	0,9	0,015	22,9	0,304	1,6	0,006	25,4	0,325
Озеро Баторино									
III	1,0	0,3	0,002	4,2	0,039	7,0	0,075	11,5	0,116
	3,0	0,3	0,001	10,0	0,225	4,3	0,027	14,6	0,253
	4,5	0,6	0,016	4,7	0,065	2,0	0,014	7,3	0,095

Суммарная биомасса всех групп зоопланктона в январе составила в оз. Нарочь 0,462 г/м³, а в марте находилась в пределах от 0,007 до 0,348 г/м³ и заметно различалась по глубинам с большими значениями на более глубоких горизонтах. В оз. Мястро отмечена более высокая биомасса зоопланктона (0,123–0,749 г/м³) с такой же, как в оз. Нарочь, тенденцией ее возрастания глубже поверхностного горизонта. В оз. Баторино биомасса у поверхности и у дна была близкой (0,116 и 0,095 г/м³), а в среднем слое превышала эти величины более чем в два раза (0,253 г/м³).

Распределение доминирующих групп зоопланктона по численности и биомассе на протяжении подледного периода исследований представлено в табл. 3.3.3.

Таблица 3.3.3

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

Ме- сяц	Проба, горизонт, м	<i>Cladocera</i>		<i>Copepoda</i>		<i>Rotifera</i>	
		<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй 1							
I	интегральная	0,0	0,0	50,0	82,2	50,0	17,8
III	1,0	18,8	8,4	81,3	91,6	0,0	0,0
	3,0	0,0	0,0	91,7	99,1	8,3	0,9
	6,0	0,0	0,0	89,8	85,7	10,2	14,3
	8,0	0,0	0,0	93,5	96,0	6,5	4,0
	12,0	2,2	3,8	95,7	94,3	2,2	1,9
	15,0	14,5	9,5	72,5	86,8	13,0	3,7
Озеро Мястро							
III	1,0	1,82	1,19	92,12	93,84	6,06	4,97
	4,0	1,29	1,13	90,13	97,74	8,58	1,13
	6,0	2,06	1,05	91,41	98,10	6,53	0,85
	8,0	3,54	4,50	90,16	93,57	6,30	1,93
Озеро Баторино							
III	1,0	2,6	2,0	36,5	33,4	60,9	64,6
	3,0	2,1	0,4	68,5	89,0	29,5	10,6
	4,5	8,2	16,3	64,4	68,6	27,4	15,1

Наибольший вклад в общую численность и биомассу зоопланктона вносили в озерах копеподы, однако в оз. Баторино их вклад был значительно меньшим, чем в озерах Нарочь и Мястро, а вклад коловраток, наоборот, большим.

3.4. Бактериопланктон

Исследование бактериального сообщества в осенне-зимний период 2010–2011 гг. проводили на пелагической станции Малого плеса оз. Нарочь, озерах Мястро и Баторино. Кроме того, в марте во всех озерах прослежено его вертикальное распределение. Полученные результаты представлены в табл. 3.4.1.

Таблица 3.4.1

Численность, биомасса и некоторые морфометрические параметры бактериопланктона в озерах Нарочанской группы в подледный период

Дата	Горизонт, м	Численность, млн кл./мл		Площадь клетки, мкм ²		Отношение длины к ширине		Длина клетки, мкм	
		<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
Озеро Нарочь, Малый плес									
09.11.2010	интегральная	1,86	0,52	0,20	0,04	1,31	0,09	0,59	0,07
18.01.2011	интегральная	1,64	0,47	0,19	0,02	1,27	0,06	0,57	0,05
16.03.2011	0,5	1,20	0,18	0,24	0,05	1,37	0,12	0,65	0,07
	5,0	1,56	0,26	0,20	0,04	1,33	0,07	0,59	0,06
	10,0	0,83	0,26	0,18	0,03	1,38	0,12	0,59	0,06
	16,0	1,05	0,29	0,21	0,05	1,35	0,11	0,60	0,08
	<i>X</i>±<i>SD</i>*	1,16±0,31	0,21±0,02	1,36±0,02	0,61±0,03				
Озеро Мястро									
14.03.2011	0,5	1,63	0,53	0,25	0,05	1,44	0,15	0,70	0,08
	4,5	1,13	0,23	0,20	0,04	1,49	0,16	0,63	0,07
	9,0	1,34	0,31	0,24	0,06	1,38	0,12	0,67	0,08
	<i>X</i>±<i>SD</i>	1,37±0,25	0,23±0,03	1,44±0,06	0,66±0,03				
Озеро Баторино									
14.03.2011	0,5	2,50	0,46	0,27	0,04	1,36	0,10	0,69	0,07
	3,0	1,84	0,53	0,30	0,06	1,49	0,12	0,78	0,11
	5,0	2,45	0,60	0,34	0,05	1,48	0,09	0,82	0,08
	<i>X</i>±<i>SD</i>	2,26±0,37	0,30±0,04	1,44±0,07	1,76±0,07				

Продолжение табл. 3.4.1

Дата	Горизонт, м	Ширина, мкм		Диаметр, мкм		Периметр, мкм		Объем, мкм ³		Биомасса, мг/л	
		<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, Малый плес											
09.11.2010	интегральная	0,43	0,04	0,48	0,03	1,52	0,17	0,05	0,01	0,10	0,04
18.01.2011	интегральная	0,43	0,04	0,47	0,02	1,49	0,10	0,05	0,01	0,08	0,03
16.03.2011	0,5	0,46	0,04	0,52	0,05	1,70	0,20	0,07	0,02	0,08	0,02
	5,0	0,41	0,05	0,47	0,03	1,52	0,17	0,05	0,01	0,08	0,02
	10,0	0,40	0,04	0,47	0,03	1,50	0,15	0,05	0,01	0,04	0,01
	16,0	0,44	0,05	0,49	0,05	1,61	0,22	0,06	0,02	0,06	0,02
	<i>X</i>±<i>SD</i>*	0,43±0,03	0,49±0,03	1,58±0,09	0,06±0,01	0,06±0,02					

Окончание табл. 3.4.1

Дата	Горизонт, м	Ширина, мкм		Диаметр, мкм		Периметр, мкм		Объем, мкм ³		Биомасса, мг/л	
		<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 Мястро											
14.03.2011	0,5	0,45	0,05	0,54	0,05	1,80	0,20	0,07	0,02	0,12	0,06
	4,5	0,39	0,05	0,48	0,06	1,61	0,23	0,05	0,02	0,06	0,02
	9,0	0,45	0,06	0,53	0,06	1,75	0,24	0,07	0,03	0,10	0,05
	<i>X</i>$\pm SD$	0,43\pm0,03		0,52\pm0,03		1,72\pm0,10		0,07\pm0,01		0,10\pm0,03	
Озеро Баторино											
14.03.2011	0,5	0,48	0,04	0,55	0,05	1,85	0,18	0,08	0,02	0,20	0,07
	3,0	0,49	0,05	0,59	0,07	2,03	0,28	0,10	0,03	0,19	0,10
	5,0	0,51	0,04	0,63	0,06	2,13	0,23	0,12	0,03	0,13	0,29
	<i>X</i>$\pm SD$	0,49\pm0,02		0,59\pm0,04		2,00\pm0,14		0,10\pm0,02		0,17\pm0,04	

* Средние за март.

В конце 2010 г. (ноябрь) численность бактериопланктона на Малом плесе оз. Нарочь составила $1,86 \pm 0,52$ млн кл/мл. В январе она незначительно снизилась до $1,64 \pm 0,47$ млн кл/мл. Средняя численность для столба воды в оз. Нарочь в марте составила $1,16 \pm 0,31$ млн кл/мл. В озерах Мястро и Баторино – $1,37 \pm 0,25$ и $2,26 \pm 0,37$ млн кл/мл. Биомасса бактериопланктона соответственно возрастает в ряду Нарочь → Мястро → Баторино ($0,61 \pm 0,03$, $0,66 \pm 0,03$ и $1,76 \pm 0,07$ мг/л). Бактерии во всех озерах в подледный период представлены в основном кокками и практически не различаются по объему в озерах Нарочь и Мястро. В оз. Баторино бактериальные клетки незначительно крупнее – $0,06 \pm 0,01$; $0,07 \pm 0,01$ мкм³ в озерах Нарочь и Мястро против $0,10 \pm 0,02$ мкм³ – в оз. Баторино.

4

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В ВЕГЕТАЦИОННОМ СЕЗОНЕ 2011 года

Вегетационный сезон текущего года был несколько менее жарким, чем экстремальный сезон предыдущего 2010 г., за исключением июня, когда температура воздуха была наиболее высокой в ряду последних четырех лет, и заметно более теплых, чем в предыдущем году, сентября и октября. Среднемесячные значения температуры воздуха в районе биостанции в апреле–октябре 2008–2011 гг. приведены на рис. 1.

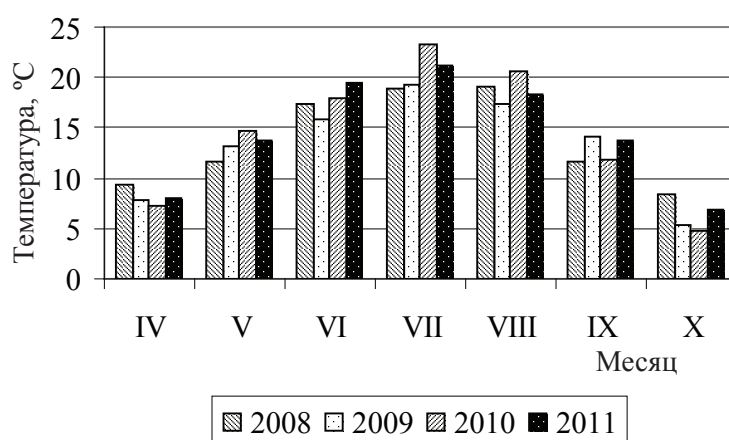


Рис. 1. Динамика среднемесячной температуры воздуха в апреле – октябре 2008–2011 гг.

4.1. Прозрачность воды

В течение вегетационного сезона 2011 г. в оз. Нарочь прозрачность воды изменялась от 4,7 до 8,6 м с минимальными значениями в конце апреля и максимальными в середине июня. В Малом плесе озера в среднем за сезон она составила $6,55 \pm 0,96$ м, в Большом – $6,50 \pm 1,26$ м. В оз. Мястро прозрачность воды была в пределах 2,75–6,00 м. Минимальные значения наблюдались в августе–сентябре, максимальные – в июне. В среднем за сезон ее величина была равна $3,98 \pm 1,31$ м. Размах колебаний прозрачности воды в оз. Баторино составил 0,75–2,40 м с максимальными величинами в мае и минимальными в июле и средним для сезона значением $1,56 \pm 0,65$ м (табл. 4.1.1).

Таблица 4.1.1

Прозрачность воды (м) в озерах (вегетационный сезон 2011 г.)

Озеро	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	4,70	5,80–6,90 (5,80)*	7,20–8,20 (8,20)*	6,65–6,90 (6,65)*	5,70	5,50	6,85–7,40 (6,80)*
Большой плес	н	5,40	8,60	7,10	5,50	5,60	6,80

Озеро	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Мястро	н	4,40	6,00	4,80	2,75	2,75	3,20
Баторино	н	2,40	1,35	0,75	0,95	1,90	2,00

Примечание. н – отсутствие определений.

* Для Малого плеса приведен размах колебаний для нескольких сроков наблюдений, а в скобках указаны данные за дату наблюдений в Малом и Большом плесах.

Как свидетельствуют приведенные в табл. 4.1.2 данные, средние для вегетационного сезона 2011 г. величины прозрачности воды в озерах Нарочь и Мястро остались на уровне предыдущих лет. В оз. Баторино в последние годы наметилась тенденция к ее увеличению.

Таблица 4.1.2

Среднесезонные величины прозрачности воды (м) в озерах в 2011 г. в сравнении с многолетними данными за период 1991–2010 гг.

Озеро	1991–1995		1996–2000		2001–2005		2006–2010		2011	
	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$
Нарочь	6,20	0,60	7,09	0,66	6,42	0,72	7,02	0,87	6,53	1,03
Мястро	4,07	0,22	3,87	0,49	3,79	0,26	3,80	0,95	3,98	1,31
Баторино	1,17	0,11	1,15	0,19	1,14	0,22	1,47	0,42	1,56	0,65

Примечание. Здесь и далее X – среднее; SD – стандартное отклонение; для оз. Нарочь среднее для двух станций наблюдений.

4.2. Температура воды

В оз. Нарочь в начале вегетационного сезона (наблюдения с конца апреля до середины мая) происходило интенсивное прогревание поверхностного слоя воды и медленный прогрев остальной водной толщи. Градиент температуры между поверхностью и трехметровой глубиной составлял 5–3 °С. Далее, до первой декады июня температура относительно равномерно снижалась от поверхности к придонным слоям. Зона термоклина (изменение температуры на 1 °С и более при снижении глубины на 1 м) наблюдалась в середине июня в слое 6–9 м с постепенным заглублением до 12–16 м, что продолжалось до середины августа. Затем до конца вегетационного сезона толща воды была гомотермна с постепенным охлаждением до 11 °С в середине октября. В оз. Мястро четко выраженный термоклин наблюдался в середине июня (градиент температуры составил 7 °С в слое от 4 до 7 м глубины). С августа и до октября водная толща была практически гомотермна. В оз. Баторино термическое расслоение наблюдалось только в июне (табл. 4.2.1).

Среднемесячные величины температуры воды в Нарочанских озерах в вегетационном сезоне 2011 г. были, как и в предыдущем году, выше средних многолетних значений (табл. 4.2.2).

Таблица 4.2.1

Температура воды (°С) в озерах (вегетационный сезон 2011 г.)

Озеро	Гори- зонт, м	Месяц						
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	0,5	11,8	11,2–14,1 (13,9)*	20,0–18,5 (18,5)*	21,8–23,3 (21,8)*	20,5	16,1	12,7–10,8 (10,8)*
	3,0	6,6	10,7–13,9 (10,7)*	17,3–18,5 (18,5)*	21,1–23,2 (21,1)*	20,5	16,1	12,7–10,8 (10,8)*
	6,0	5,0	8,6–13,7 (8,6)*	16,1–16,7 (16,7)*	19,6–23,0 (19,6)*	20,4	16,1	12,7–10,8 (10,8)*
	8,0	4,7	8,2–13,1 (8,2)*	13,0–14,7 (14,7)*	19,0–22,1 (19,0)	19,9	16,0	10,8–10,8 (10,8)*
	12,0	4,5	8,0–11,8 (8,0)*	12,4–12,9 (12,9)*	15,6–17,8 (15,6)*	18,3	16,0	10,8–10,8 (10,8)*
	16,0	4,5	7,6–10,8 (7,6)*	11,7–11,7 (11,7)*	12,8–13,8 (12,8)*	14,8	15,9	10,8–10,8 (10,8)*
Нарочь, Большой плес	0,5	н	13,2	19,7	21,7	20,1	16,1	10,9
	3,0	н	9,7	19,7	21,1	20,1	16,1	10,9
	6,0	н	8,1	19,6	20,1	20,0	16,1	10,9
	8,0	н	7,6	19,6	19,5	20,0	16,0	10,9
	12,0	н	7,2	13,5	17,3	19,3	16,0	10,9
	16,0	н	7,0	11,8	13,7	16,2	15,9	10,9
Мястро, пелагиаль	0,5	н	13,1	23,2	22,9	21,2	15,0	8,5
	4,0	н	11,5	22,9	22,0	21,2	14,8	8,5
	7,0	н	9,9	15,9	19,8	21,2	14,7	8,5
	9,0	н	9,4	15,4	19,4	20,2	14,7	8,5
Баторино, пелагиаль	0,5	н	14,8	24,0	22,8	21,0	14,4	6,2
	3,0	н	14,0	21,0	22,8	20,8	14,0	6,2
	5,0	н	12,0	18,0	22,4	20,7	14,0	6,2

* Для Малого плеса приведен размах колебаний для нескольких сроков наблюдений, а в скобках указаны данные за одну дату наблюдений в Малом и Большом плесах.

Таблица 4.2.2

Среднесезонные величины температуры воды (°С) в озерах в 2011 г. в сравнении с многолетними данными за период 1991–2010 гг.

Озеро	1991–1995		1996–2000		2001–2005		2006–2010		2011	
	\bar{X}	$\pm SD$	\bar{X}	$\pm SD$	\bar{X}	$\pm SD$	\bar{X}	$\pm SD$	\bar{X}	$\pm SD$
Нарочь	<u>14,0</u>	<u>0,3</u>	<u>16,1</u>	<u>0,9</u>	<u>15,5</u>	<u>0,6</u>	<u>16,2</u>	<u>4,3</u>	<u>16,8</u>	<u>4,4</u>
	11,7	0,6	12,9	0,5	13,1	0,4	13,6	3,0	11,8	3,2
Мястро	<u>14,3</u>	<u>0,6</u>	<u>16,9</u>	<u>1,0</u>	<u>15,9</u>	<u>0,7</u>	<u>16,8</u>	<u>4,9</u>	<u>17,3</u>	<u>6,0</u>
	13,2	0,6	14,9	0,7	14,6	0,7	14,6	3,6	14,6	4,9
Баторино	<u>15,9</u>	<u>1,4</u>	<u>17,3</u>	<u>0,8</u>	<u>16,0</u>	<u>1,0</u>	<u>16,6</u>	<u>5,3</u>	<u>17,2</u>	<u>6,7</u>
	15,4	1,3	16,1	1,0	15,1	1,0	15,5	4,4	15,6	6,0

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

В оз. Нарочь в конце апреля наблюдалось заметное перенасыщение кислородом верхнего 3-метрового слоя (до 130 % у поверхности). В течение всего мая содержание растворенного в воде кислорода в столбе воды было практически однородно и близко к 100 % насыщения. В июне длительные периоды жаркой безветренной погоды привели к стратификации водной массы и заметному уменьшению содержания растворенного кислорода в придонных слоях (на фоне 95 % насыщения у поверхности насыщение у дна – 65–75 %). В июле процесс расслоения водной массы усилился и при некотором перенасыщении поверхностного слоя (105–120 %) концентрация кислорода в придонном слое снижалась в первые две декады месяца примерно до 4 мг О₂/л (35–45 % насыщения). В последнюю декаду июля и первую декаду августа гипоксия (содержание растворенного в воде кислорода менее 4 мг О₂/л) начиналась с глубины 10 м. В придонном слое в это время отмечена аноксичная (бескислородная) зона. Более напряженным кислородным режимом характеризовался Малый плес, что типично для оз. Нарочь, однако в середине августа аноксичные условия отмечены и в Большом плесе (табл. 4.3.1).

Таблица 4.3.1

Содержание кислорода (мг/л, процент насыщения) в толще воды в озерах (вегетационный сезон 2011 г.)

Показатель	Горизонт, м	Месяц						
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1								
Кислород, мг О ₂ /л	0,5	14,00	10,46–11,28 (11,28)*	8,65–9,00 (9,00)*	8,90–10,54 (10,54)*	8,80	9,28	9,83–10,37 (10,37)*
	3,0	15,36	10,51–11,70 (11,70)*	9,12–9,18 (9,12)*	8,95–10,57 (10,57)*	8,80	9,25	9,80–10,34 (10,34)*
	6,0	14,93	10,84–11,87 (11,87)*	9,45–9,51 (9,45)*	8,90–9,89 (9,89)*	8,71	9,18	9,78–10,34 (10,34)*
	8,0	14,29	10,84–11,80 (11,80)*	9,00–9,52 (9,52)*	7,62–9,11 (9,11)*	7,94	9,10	9,86–10,31 (10,31)*
	12,0	13,87	10,59–11,60 (11,60)*	8,82–8,89 (8,82)*	3,16–6,25 (6,17)*	3,76	9,02	9,78–10,29 (10,29)*
	16,0	13,07	10,13–11,33 (11,33)*	6,99–8,25 (6,99)*	0,05–4,05 (3,75)*	0,02	8,95	9,78–10,29 (10,29)*
Насыщение, процент	0,5	129,6	95,5–109,7 (109,7)*	95,9–96,8 (96,8)*	105,3–121,1 (121,1)*	98,5	94,8	93,0–93,8 (93,8)*
	3,0	125,2	95,8–105,7 (105,6)*	96,2–98,1 (98,1)*	105,6–119,9 (119,9)*	98,5	94,5	92,7–93,5 (93,5)*
	6,0	116,8	96,6–105,2 (101,7)*	97,1–97,8 (97,8)*	104,7–112,0 (108,7)*	97,3	94,6	92,5–93,5 (93,5)*

Показатель	Горизонт, м	Месяц						
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Насыщение, процент	8,0	110,9	96,5–103,4 (100,2)*	85,7–94,2 (85,7)*	88,1–99,0 (99,0)*	87,8	93,5	93,3–93,3 (93,3)*
	12,0	107,0	92,9–98,1 (98,0)*	83,5–83,8 (83,8)*	33,5–65,2 (62,3)*	40,3	91,9	92,5–93,0 (93,0)*
	16,0	100,9	90,2–94,7 (94,7)*	64,6–76,2 (76,2)*	0,5–39,0 (35,6)*	0,2	91,0	92,5–93,0 (93,0)*
Кислород, мг O ₂ /л	0,5	н	11,05	8,63	9,83	8,62	10,40	10,34
	3,0	н	11,80	8,82	10,04	8,63	10,38	10,31
	6,0	н	11,92	8,82	10,14	8,57	10,36	10,31
	8,0	н	11,87	8,82	9,73	8,50	10,35	10,31
	12,0	н	11,43	9,09	7,75	6,75	10,11	10,29
	16,0	н	11,15	7,57	4,56	0,16	9,85	10,29
Насыщение, процент	0,5	н	105,8	95,1	112,7	95,8	106,2	93,8
	3,0	н	104,0	97,1	113,9	95,9	106,0	93,5
	6,0	н	101,0	96,9	112,6	95,0	105,8	93,5
	8,0	н	99,3	46,2	106,7	94,2	105,4	93,5
	12,0	н	94,6	87,6	81,2	73,8	103,0	93,3
	16,0	н	91,9	70,1	44,1	1,6	100,1	93,3
Озеро Мястро, пелагиаль								
Кислород, мг O ₂ /л	0,5	н	10,21	9,14	9,05	7,57	9,48	10,48
	4,0	н	10,16	9,36	8,87	7,41	9,33	10,51
	7,0	н	9,02	6,31	4,77	7,15	9,27	10,48
	9,0	н	8,76	4,43	3,50	7,03	9,00	10,48
Насыщение, процент	0,5	н	97,4	108,0	106,2	85,9	94,5	119,0
	4,0	н	93,5	109,8	102,3	84,1	92,5	119,3
	7,0	н	79,8	64,1	52,7	81,2	91,8	119,0
	9,0	н	76,5	44,5	38,4	78,3	89,1	119,0
Озеро Баторино, пелагиаль								
Кислород, мг O ₂ /л	0,5	н	11,53	8,85	8,90	8,48	9,34	11,11
	3,0	н	9,94	7,07	8,28	8,45	9,36	11,11
	5,0	н	9,59	2,01	6,63	8,27	9,30	10,77
Насыщение, процент	0,5	н	114,3	106,3	104,3	95,9	91,8	89,6
	3,0	н	96,8	79,9	97,0	95,2	91,2	89,6
	5,0	н	89,2	21,4	77,1	92,9	90,6	86,8

* Для Малого плеса приведен размах колебаний для нескольких сроков наблюдений, а в скобках указаны данные за одну дату наблюдений в Малом и Большом плесах.

Для оценки возможности и масштабов развития летней гипоксии 27.07.2011 в Малом плесе оз. Нарочь была проведена пространственная съемка распределения температуры и содержания растворенного в воде кислорода по трансекте от станции Буй-1 до района биостанции (табл. 4.3.2).

Таблица 4.3.2

Пространственное распределение температуры и растворенного в воде кислорода в Малом плесе оз. Нарочь по данным съёмки 27.07.2011

Станция	Глубина, м	Горизонт, м	Температура, °С	Растворенный в воде кислород	
				мг/л	насыщение, процент
1 (Буй-1)	16,0	0,5	23,3	8,90	105,3
		1,0	23,3	8,92	105,6
		2,0	23,2	8,93	105,6
		4,0	23,2	8,96	105,9
		6,0	23,0	8,90	104,7
		8,0	22,1	7,62	88,1
		10,0	18,4	3,85	41,3
		12,0	17,8	3,16	33,5
		14,0	15,2	0,58	5,8
		15,5	13,8	0,05	0,5
2	10,5	6,0	22,6	8,58	100,2
		8,0	22,6	8,59	100,4
		9,0	22,5	8,54	99,5
		10,0	19,7	4,42	48,7
3	12,0	6,0	22,5	8,33	97,1
		8,0	22,2	8,58	99,4
		10,0	19,6	4,36	47,9
		11,5	17,1	1,37	14,3
4	10,5	6,0	22,7	8,71	101,9
		8,0	21,7	6,31	72,4
		9,0	19,3	2,51	27,4
		10,0	16,1	0,85	8,7
5	3,0	2,0	23,2	8,96	105,9
		2,5	23,2	8,94	105,7

Как следует из представленных данных, на станции Буй-1 концентрация растворенного в воде кислорода в верхнем 6-метровом слое составляла около 8,9 мг O₂/л (105 % насыщения), а глубже быстро понижалась от 7,6 на 8 м до 0,58 мг O₂/л на 14 м и следовых количеств на глубине 15,5 м. На следующей станции 2 (глубина 10,5 м) кислородный режим был заметно благоприятнее: верхний 9-метровый слой насыщен кислородом, а на глубине 10 м его содержание снижено лишь до 4,4 мг O₂/л (49 % насыщения). Однако следующая по трансекте станция 3, расположенная в понижении (глубина 12 м) вновь характеризовалась сильным дефицитом кислорода у дна (4,4 в слое 10 м и 1,4 мг O₂/л в слое 11,5 м, что соответствует 48 и 14 % насыщения). Еще более напряженный режим был на следующей по направлению к берегу станции 4 (глубина 10,5 м). Здесь, начиная с 6 м, градиент концентрации кислорода составлял почти 8 мг/л O₂/л (от 8,7 мг O₂/л, 102 % насыщения до 0,85 мг O₂/л, 9 % насыщения у дна). Далее с резким уменьшением глубины (станция 5) содержание кислорода становится близким к 100 % насыщения. Таким образом, в летний период текущего года аноксичные условия возникали локально в районах понижения глубин. В сентябре кислородный режим по акватории

оз. Нарочь нормализуется и с последней декады месяца до конца вегетационного сезона водная масса практически гомооксигенна с содержанием кислорода, близким к 100 %. Кислородный режим в оз. Мястро (см. табл. 4.3.1) характеризовался умеренной стратификацией с середины мая до середины июля. Концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от 9,0–10,2 мг O₂/л в поверхностном слое (около 100 % насыщения) до 8,8 мг O₂/л в придонном слое в мае, 4,4 в июне и 3,5 мг O₂/л в июле (соответственно 77,45 и 38 % насыщения). Далее водная масса перемешивается и остается гомооксигенной до конца вегетационного сезона с насыщением от 80 % в период перемешивания до 93–119 % в сентябре и октябре. В оз. Баторино (см. табл. 4.3.1) период стратификации был несколько короче и продолжался до середины июня. Содержание растворенного в воде кислорода в это время изменялось от 11,5–8,9 мг O₂/л на поверхности (114–106 % насыщения) до 9,6 в придонном слое в мае и 2,0 мг O₂/л в июне (соответственно 89 и 21 % насыщения). Начиная с июля кислородный режим нормализуется и в августе–октябре водная масса становится гомооксигенной с насыщением 90–95 %.

В целом кислородный режим в текущем сезоне, как следует из представленных в табл. 4.3.3 величин насыщения кислородом поверхностного и придонного слоев, находился в пределах среднесезонных значений в оз. Мястро и характеризовался несколько более низким содержанием кислорода в придонных слоях в озерах Нарочь и Баторино.

Таблица 4.3.3

Среднесезонные величины насыщения воды кислородом (процент) в озерах в 2011 г. в сравнении с многолетними данными за период 1991–2010 гг.

Озеро	1991–1995		1996–2000		2001–2005		2006–2010		2011	
	<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	<u>101,8</u>	<u>5,1</u>	<u>103,9</u>	1,3	100,0	<u>2,2</u>	<u>102,3</u>	<u>6,3</u>	<u>103,2</u>	<u>6,2</u>
	82,9	5,5	82,1	9,8	74,1	5,3	80,4	26,4	66,9	35,7
Мястро	<u>98,5</u>	<u>4,2</u>	<u>102,5</u>	2,4	<u>99,9</u>	<u>3,4</u>	<u>101,1</u>	<u>10,9</u>	<u>104,9</u>	<u>11,7</u>
	82,8	7,2	78,3	8,7	73,0	8,4	70,4	28,9	74,3	29,7
Баторино	<u>99,5</u>	<u>4,4</u>	<u>101,5</u>	2,4	<u>100,8</u>	<u>4,9</u>	<u>100,6</u>	<u>7,4</u>	<u>100,4</u>	<u>9,5</u>
	91,4	11,3	83,8	11,5	84,1	7,6	89,8	17,6	76,4	27,5

Примечание. В числителе – показатели для поверхностного слоя, в знаменателе – для придонного.

4.4. Концентрация водородных ионов (рН)

Активная реакция среды (рН) в Нарочанских озерах слабощелочная с некоторым увеличением значений этого показателя с ростом трофического статуса озер. На станции наблюдений в Малом плесе показатель рН в воде оз. Нарочь равен 7,94±0,12, в Большом плесе – 8,02±0,11 (пределы колебаний 7,68–8,16). В оз. Мястро среднее для вегетационного сезона значение рН составило 8,00±0,24 и в оз. Баторино – 8,11±0,16 (пределы колебаний соответственно 7,68–8,31 и 7,79–8,22) (табл. 4.4.1).

Таблица 4.4.1

Концентрация водородных ионов (рН) в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2011 г.)

Озеро	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь , Малый плес	7,68	7,94	8,06	8,02	7,99	7,97	7,90
	н	7,96	7,96	8,12	8,16	7,87	8,04
Большой плес	н	7,79	8,10	7,94	7,68	8,31	8,15
Мястро	н	8,14	8,14	8,19	7,79	8,22	8,19
Баторино	н						

Сравнение этого показателя в ряду многолетних значений представлено в табл. 4.4.2 и свидетельствует о несколько более низких его величинах в текущем сезоне.

Таблица 4.4.2

Среднесезонные величины концентрации водородных ионов (рН) в озерах в 2011 г. в сравнении с многолетними данными за период 1991–2010 гг.

Озеро	1991–1995		1996–2000		2001–2005		2006–2010		2011	
	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$
Нарочь	8,35	0,06	8,32	0,10	8,43	0,06	8,19	0,37	7,97	0,11
Мястро	8,30	0,03	8,36	0,10	8,45	0,07	8,37	0,23	8,00	0,24
Баторино	8,43	0,08	8,49	0,09	8,60	0,08	8,43	0,31	8,11	0,16

4.5. Углерод органический общий и взвешенный

Концентрация органического вещества в воде оз. Нарочь на двух станциях наблюдений в расчете на углерод составляла $5,72 \pm 0,69$ и $5,58 \pm 0,78$ мг С/л, в оз. Мястро – $8,98 \pm 0,52$, в оз. Баторино – $12,13 \pm 1,47$ мг С/л. Органическое вещество представлено в основном растворенными соединениями. Доля взвешенной фракции невелика и несколько возрастает с увеличением трофности озер (3–6 % от общего содержания органического углерода в воде оз. Нарочь, 5–12 % – в оз. Мястро и 9–21 % – в оз. Баторино). Концентрация взвешенного органического углерода для вегетационного сезона равна соответственно $0,27 \pm 0,07$, $0,29 \pm 0,06$, $0,63 \pm 0,26$ и $1,65 \pm 0,75$ мг С/л (табл. 4.5.1).

Таблица 4.5.1

Концентрация общего ($C_{\text{общ}}$) и взвешенного ($C_{\text{взвеш}}$) органического углерода (мг С/л) в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2011 г.)

Показатель	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
$C_{\text{общ}}$	6,48	5,82	5,64	6,51	5,83	5,16	4,57
$C_{\text{взвеш}}$	0,30	0,30	0,17	0,32	0,35	0,31	0,18
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
$C_{\text{общ}}$	н	5,78	5,11	6,89	5,71	5,44	4,57
$C_{\text{взвеш}}$	н	0,27	0,20	0,28	0,36	0,35	0,26
Озеро Мястро							
$C_{\text{общ}}$	н	8,71	8,81	9,35	9,79	8,90	8,32
$C_{\text{взвеш}}$	н	0,42	0,42	0,42	0,78	1,06	0,71
Озеро Баторино							
$C_{\text{общ}}$	н	10,46	11,37	12,98	14,41	12,57	10,98
$C_{\text{взвеш}}$	н	1,03	1,64	2,06	2,96	1,15	1,07

Показатели содержания органического вещества в воде Нарочанских озер в вегетационный сезон текущего года близки к средним многолетним значениям за период 1991–2010 гг. (табл. 4.5.2).

Таблица 4.5.2

**Среднесезонные величины концентрации общего и взвешенного углерода
(мг С/л) в озерах в 2011 г. в сравнении с многолетними данными
за период 1991–2010 гг.**

Озеро	1991–1995		1996–2000		2001–2005		2006–2010		2011	
	\bar{X}	$\pm SD$	\bar{X}	$\pm SD$	\bar{X}	$\pm SD$	\bar{X}	$\pm SD$	\bar{X}	$\pm SD$
Нарочь	<u>5,08</u> 0,23	<u>0,48</u> 0,07	<u>5,60</u> 0,20	<u>0,29</u> 0,04	<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
Мястро	<u>7,83</u> 0,51	<u>0,33</u> 0,26	<u>8,56</u> 0,50	<u>0,43</u> 0,10	<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
Баторино	<u>12,38</u> 1,96	<u>1,14</u> 0,40	<u>13,59</u> 2,35	<u>0,85</u> 1,10	<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

Пр 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 отличие от общей закономерности распределения взвешенных, органических и биогенных веществ, а также скоростей продукционно-деструкционных процессов (увеличение абсолютных значений от оз. Нарочь к оз. Баторино), иная картина характерна для режима фосфора. Так, концентрация общего фосфора в воде озер Нарочь и Баторино соответствует их трофическому статусу и составляет $0,011 \pm 0,003$ (Малый плес), $0,013 \pm 0,004$ (Большой плес оз. Нарочь) и $0,029 \pm 0,005$ мг Р/л (оз. Баторино). Фосфаты в воде этих двух озер отсутствуют. Совершенно иная картина наблюдается в оз. Мястро. Здесь концентрация общего фосфора в воде даже несколько превышает таковую в более трофном оз. Баторино, составляя в среднем для сезона $0,032 \pm 0,012$ мг Р/л. Только в этом озере на протяжении последних лет в воде регистрируется минеральный фосфор (максимальные концентрации общего и фосфатного фосфора в текущем сезоне зарегистрированы в августе, соответственно $0,054$ и $0,016$ мг Р/л) (табл. 4.6.1).

Таблица 4.6.1

**Концентрация общего фосфора ($P_{\text{общ}}$) и фосфатов ($P-PO_4^{3-}$) (мг Р/л)
в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2011 г.)**

Показатель	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
$P_{\text{общ}}$	0,007	0,010	0,010	0,015	0,015	0,013	0,009
$P-PO_4^{3-}$	0,001	0,000	0,000	0,001	0,002	0,002	0,003
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
$P_{\text{общ}}$	н	0,010	0,011	0,018	0,015	0,015	0,008
$P-PO_4^{3-}$	н	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Мястро							
$P_{\text{общ}}$	н	0,026	0,024	0,026	0,054	0,038	0,026
$P-PO_4^{3-}$	н	0,000	0,000	0,001	0,016	0,002	0,004

Показатель	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Баторино							
P _{общ}	н	0,020	0,034	0,029	0,034	0,029	0,029
P-PO ₄ ³⁻	н	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Среднесезонные величины концентрации общего и в том числе минерального фосфора в озерах Нарочь и Баторино при некоторой вариабельности близки к многолетним значениям, тогда как в оз. Мясро показания последних лет превышают многолетние значения (табл. 4.6.2).

Таблица 4.6.2

**Среднесезонные величины общего и фосфатного фосфора (мг P/л)
в озерах в 2011 г. в сравнении с многолетними данными
за период 1991–2010 гг.**

Озеро	1991–1995		1996–2000		2001–2005		2006–2010		2011	
	<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	<u>0,015</u> 0,002	<u>0,001</u> 0,001	<u>0,016</u> 0,002	<u>0,002</u> 0,001	<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
Мясро	<u>0,034</u> 0,008	<u>0,004</u> 0,003	<u>0,034</u> 0,006	<u>0,004</u> 0,001	<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
Баторино	<u>0,042</u> 0,001	<u>0,004</u> 0,001	<u>0,041</u> 0,001	<u>0,006</u> 0,001	<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

Примечание. В числителе – показатели для общего, в знаменателе – для фосфатного фосфора.

4.7. Азот общий и минеральный

В сезоне 2011 г. общее содержание азота в воде оз. Нарочь составляло в Малом и Большом плесах соответственно $0,944 \pm 0,376$ и $0,970 \pm 0,201$ мг N/л, в оз. Мясро $1,259 \pm 0,315$, в оз. Баторино $1,374 \pm 0,277$ мг N/л. Соединения азота во всех озерах были представлены, главным образом, органическими соединениями (92–98 % от общего запаса в оз. Нарочь, 84–98 % в оз. Мясро и 73–92 % в оз. Баторино). Концентрация минерального азота в двух плесах оз. Нарочь не различалась ($0,047 \pm 0,013$ и $0,047 \pm 0,014$ мг N/л) с преобладанием аммонийной формы – $0,041 \pm 0,015$ и $0,040 \pm 0,013$ мг N/л. Средняя для вегетационного сезона концентрация нитратного азота была равна в Большом и Малом плесах соответственно $0,006 \pm 0,004$ и $0,007 \pm 0,007$ мг N/л. В воде оз. Мясро содержание минерального азота и в том числе аммонийной и нитратной форм в среднем для сезона равны соответственно $0,096 \pm 0,051$, $0,079 \pm 0,042$ и $0,016 \pm 0,024$ мг N/л. В воде оз. Баторино концентрация азота в минеральной форме в среднем за сезон составила $0,247 \pm 0,120$ мг N/л. Как и в озерах Нарочь и Мясро, доминировал аммонийный азот, однако здесь значимую роль играли нитраты, особенно в начале сезона (соответственно $0,189 \pm 0,079$ и $0,057 \pm 0,102$ мг N/л). Нитриты в воде всех трех озер не обнаруживались (табл. 4.7.1).

Таблица 4.7.1

**Концентрация общего и минерального азота (мг N/л) в озерах
(интегральная проба воды, вегетационный сезон 2011 г.)**

Показатель	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
N _{общ}	0,855	н	0,745	0,643	1,686	0,928	0,809
N _{орг}	0,830	н	0,698	0,589	1,646	0,870	0,770
N _{минер}	0,025	0,064	0,047	0,054	0,040	0,058	0,039
N-NH ₄ ⁺	0,017	0,064	0,038	0,047	0,040	0,051	0,028
N-NO ₃ ⁻	0,008	0,000	0,009	0,007	0,000	0,007	0,011
N-NO ₂ ⁻	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
N _{общ}	н	н	0,944	0,734	1,292	0,932	0,948
N _{орг}	н	н	0,897	0,673	1,270	0,876	0,903
N _{минер}	н	0,053	0,047	0,061	0,022	0,056	0,045
N-NH ₄ ⁺	н	0,050	0,042	0,056	0,022	0,043	0,027
N-NO ₃ ⁻	н	0,003	0,005	0,005	0,000	0,013	0,018
N-NO ₂ ⁻	н	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Озеро Мястро							
N _{общ}	н	0,975	0,999	1,385	1,819	1,127	1,249
N _{орг}	н	0,831	0,838	1,274	1,762	1,053	1,218
N _{минер}	н	0,144	0,161	0,111	0,057	0,074	0,031
N-NH ₄ ⁺	н	0,076	0,143	0,110	0,052	0,070	0,025
N-NO ₃ ⁻	н	0,064	0,018	0,001	0,005	0,004	0,006
N-NO ₂ ⁻	н	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Озеро Баторино							
N _{общ}	н	1,114	1,295	1,247	1,904	1,272	1,410
N _{орг}	н	0,694	1,086	1,081	1,754	1,113	1,031
N _{минер}	н	0,420	0,209	0,166	0,150	0,159	0,379
N-NH ₄ ⁺	н	0,148	0,202	0,162	0,144	0,135	0,344
N-NO ₃ ⁻	н	0,263	0,007	0,004	0,006	0,024	0,035
N-NO ₂ ⁻	н	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

В последние годы наблюдается тенденция к небольшому увеличению запаса общего азота в воде всех трех озер. В оз. Баторино в текущем сезоне, как и в предыдущем, зарегистрированы более высокие концентрации минерального азота (как в аммонийной, так и в нитратной формах) (табл. 4.7.2).

Таблица 4.7.2

**Среднесезонные величины концентрации азота (мг N/л) в озерах в 2011 г.
в сравнении с многолетними данными за период 1991–2010 гг.**

Показатель	1991–1995		1996–2000		2001–2005		2006–2010		2011	
	<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										
N _{общ}	0,59	0,41	0,40	0,08	0,66	0,20	0,81	0,28	0,96	0,20
N _{минер}	0,090	0,045	0,153	0,085	0,120	0,066	0,049	0,037	0,047	0,014
N–NH ₄ ⁺	0,085	0,045	0,147	0,079	0,114	0,067	0,043	0,038	0,040	0,013
N–NO ₃ ⁻	0,006	0,002	0,006	0,006	0,006	0,001	0,005	0,005	0,007	0,007
Озеро Мястро										
N _{общ}	0,70	0,36	0,51	0,09	0,85	0,32	1,07	0,31	1,26	0,32
N _{минер}	0,166	0,078	0,209	0,086	0,166	0,061	0,096	0,037	0,096	0,051
N–NH ₄ ⁺	0,136	0,069	0,198	0,083	0,152	0,058	0,081	0,034	0,079	0,042
N–NO ₃ ⁻	0,029	0,015	0,010	0,003	0,014	0,006	0,015	0,017	0,016	0,024
Озеро Баторино										
N _{общ}	0,94	0,45	0,65	0,07	1,14	0,35	1,32	0,51	1,37	0,28
N _{минер}	0,283	0,108	0,361	0,116	0,314	0,140	0,183	0,110	0,247	0,120
N–NH ₄ ⁺	0,215	0,099	0,311	0,111	0,230	0,108	0,134	0,049	0,189	0,079
N–NO ₃ ⁻	0,067	0,023	0,047	0,011	0,084	0,048	0,049	0,085	0,057	0,102

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

Общее содержание взвешенных в воде веществ (сестона) в текущем сезоне определялось в двух размерных фракциях (на фильтрах с диаметром пор 1,5 и 0,4 мкм). В оз. Нарочь содержание сестона в двух фракциях составляло 1,01±0,19 и 1,35±0,21 мг/л в Малом плесе, 0,99±0,19 и 1,37±0,26 мг/л в Большом плесе, 2,52±1,39 и 3,02±1,38 мг/л – в оз. Мястро, 7,04±3,23 и 8,12±3,37 мг/л – в оз. Баторино. В конце апреля в сестоне оз. Нарочь преобладали крупные (более 1,5 мкм) частицы, мелкоразмерная фракция (более 0,4 и менее 1,5 мкм) составляла около 10 % общего содержания сестона. В течение вегетационного сезона доля мелкоразмерной фракции увеличивалась, как правило, до 20–40 %. В воде оз. Мястро в первую половину вегетационного сезона мелкоразмерная фракция составляла примерно 1/3 общего содержания сестона, снижаясь во второй половине сезона до 10–20 %. В оз. Баторино доля мелкоразмерной фракции была наименьшей в ряду изученных водоемов и составляла от 10 до 30 % от общего содержания взвеси. В среднем для сезона в озерах Нарочь, Мястро и Баторино этот показатель составлял 27, 20 и 14 %, соответственно.

Минеральная компонента взвеси (зольность) равна примерно половине общего ее содержания. Величина зольности сестона несколько возрастала с увеличением трофического уровня и составила в среднем для сезона 44,2±8,4 и 42,3±5,6 % в Малом и Большом плесах оз. Нарочь, 46,0±10,0 – в оз. Мястро и 52,3±5,6 % – в оз. Баторино (табл. 4.8.1).

Таблица 4.8.1

**Концентрация сестона (мг/л) и зольных элементов (процент)
в его составе в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2011 г.)**

Показатель	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1*							
C _{сесть} мг/л	<u>1,08</u>	0,93–0,97	<u>0,73</u>	0,93–1,34	<u>1,17</u>	<u>1,14</u>	<u>1,05–0,77</u>
	1,20	1,25–1,40	1,03	1,16–1,69	1,54	1,61	1,38–1,22
Зола, процент	44,6	35,7	54,2	32,1	41,0	49,6	52,2
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
C _{сесть} мг/л	н	<u>0,92</u>	<u>0,79</u>	<u>0,84</u>	<u>1,19</u>	<u>1,26</u>	<u>0,96</u>
		1,25	1,05	1,33	1,63	1,72	1,23
Зола, процент	н	41,8	49,6	32,9	40,2	44,4	45,1
Озеро Мясстро							
C _{сесть} мг/л	н	<u>1,34</u>	<u>1,27</u>	<u>1,61</u>	<u>2,68</u>	<u>4,74</u>	<u>3,48</u>
		1,83	1,69	2,19	3,26	5,19	3,98
Зола, процент	н	37,2	34,2	48,3	41,5	55,1	59,4
Озеро Баторино							
C _{сесть} мг/л	н	<u>3,90</u>	<u>7,39</u>	<u>10,44</u>	<u>11,33</u>	<u>4,40</u>	<u>4,77</u>
		4,33	8,89	11,67	12,33	6,10	5,39
Зола, процент	н	47,0	55,6	60,6	47,8	47,7	55,2

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

* Для Малого плеса приведен размах колебаний для двух сроков наблюдений. Жирным шрифтом указаны данные за одну дату наблюдений в Малом и Большом плесах.

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 2011 г. в сравнении с многолетними данными
за период 1991–2010 гг.**

Показатель	1991–1995		1996–2000		2001–2005		2006–2010		2011	
	X	±SD	X	±SD	X	±SD	X	±SD	X	±SD
Озеро Нарочь										
C _{сесть} мг/л	0,83	0,21	0,75	0,14	0,97	0,22	0,87	0,25	1,00	0,19
Зола, процент	50,8	1,7	49,0	8,0	47,7	4,5	41,7	7,6	43,3	5,6
Озеро Мясстро										
C _{сесть} мг/л	1,88	0,24	2,02	0,34	2,22	0,18	2,41	1,27	2,52	1,39
Зола, процент	53,9	3,1	48,7	7,3	44,9	8,1	44,8	7,6	46,0	10,0
Озеро Баторино										
C _{сесть} мг/л	7,51	1,18	8,13	2,42	8,42	2,01	6,42	2,35	7,04	3,23
Зола, процент	47,5	4,7	47,9	8,8	46,8	5,5	46,0	6,9	52,3	5,6

4.9. Содержание хлорофилла *a* в сестоне

В оз. Нарочь в вегетационном сезоне 2011 г. четко проявились два максимума абсолютного и относительного содержания хлорофилла *a* в сухой массе сестона. Максимумы наблюдались спустя неделю после освобождения озера ото льда (27 апреля) и в сентябре. Заметных различий количества хлорофилла в сестоне двух плесов озера на протяжении сезона не наблюдалось, что демонстрируется результатами, приведенными в табл. 4.9.1

Таблица 4.9.1

Абсолютное и относительное содержание хлорофилла *a* в сестоне Нарочанских озер в 2011 г.

Показатель	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
$C_{\text{ХЛ}}$, мкг/л (1,5 мкм)	2,30	1,29	0,67	1,10	1,70	2,96	1,48
$C_{\text{ХЛ}}$, % в сух. массе	0,21	0,14	0,09	0,12	0,15	0,26	0,12
$C_{\text{ХЛ}}$, мкг/л (0,4 мкм)	3,17	2,27	1,25	1,52	1,90	4,20	2,25
$C_{\text{ХЛ}}$, % в сух. массе	0,26	0,18	0,12	0,13	0,12	0,26	0,18
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
$C_{\text{ХЛ}}$, мкг/л (1,5 мкм)	н	1,15	0,76	0,95	1,60	2,88	1,46
$C_{\text{ХЛ}}$, % в сух. массе	н	0,08	0,10	0,09	0,07	0,04	0,07
$C_{\text{ХЛ}}$, мкг/л (0,4 мкм)	н	1,79	1,12	1,35	2,23	3,96	2,31
$C_{\text{ХЛ}}$, % в сух. массе	н	0,07	0,09	0,10	0,07	0,04	0,05
Озеро Мястро							
$C_{\text{ХЛ}}$, мкг/л (1,5 мкм)	н	1,85	1,05	2,31	5,82	11,35	6,67
$C_{\text{ХЛ}}$, % в сух. массе	н	0,14	0,08	0,14	0,22	0,24	0,19
$C_{\text{ХЛ}}$, мкг/л (0,4 мкм)	н	3,05	1,63	2,98	7,37	12,82	7,57
$C_{\text{ХЛ}}$, % в сух. массе	н	0,17	0,10	0,14	0,23	0,25	0,19
Озеро Баторино							
$C_{\text{ХЛ}}$, мкг/л (1,5 мкм)	н	6,40	7,61	10,54	9,88	5,92	5,79
$C_{\text{ХЛ}}$, % в сух. массе	н	0,16	0,10	0,10	0,09	0,13	0,12
$C_{\text{ХЛ}}$, мкг/л (0,4 мкм)	н	7,56	11,12	13,25	10,46	7,06	7,29
$C_{\text{ХЛ}}$, % в сух. массе	н	0,17	0,13	0,11	0,08	0,12	0,14

При сборе взвеси на фильтрах с диаметром пор 1,5 мкм средние за сезон величины хлорофилла в Малом и Большом плесах составили соответственно $1,64 \pm 0,77$ мкг/л и $0,16 \pm 0,06$ % и $1,47 \pm 0,76$ мкг/л и $0,14 \pm 0,05$ %, на фильтрах с размером пор 0,4 мкм – $2,37 \pm 1,02$ мкг/л и $0,18 \pm 0,06$ % и $2,13 \pm 1,01$ мкг/л и $0,15 \pm 0,05$ %. Очень слабо проявляется тенденция несколько более низких величин автотрофной компоненты сестона в более глубоководном Большом плесе озера. Доля мелкодисперсной фракции хлорофиллсодержащей взвеси в плесах в среднем за сезон одинакова – $31,3 \pm 11,9$ и $31,6 \pm 4,0$ %. В ряду многолетних наблюдений содержание хлорофилла *a* в сестоне оз. Нарочь в сезоне 2011 г., как следует из представленных в табл. 4.9.2 данных, изменяется в сходных пределах.

Таблица 4.9.2

Среднесезонные величины абсолютного и относительного содержания хлорофилла *a* в сестоне озер в 2011 г. в сравнении с многолетними данными за период 2001–2010 гг.

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

В оз. Мястро сезонная динамика абсолютных и относительных величин содержания хлорофилла практически повторяет динамику концентрации сестона с минимальными значениями в июне (1,05 мкг/л и 0,08 % на фильтрах 1,5 мкм) и максимальными (11,35 мкг/л и 0,24 % на фильтрах 1,5 мкм) в сентябре (см. табл. 4.9.1). Доля мелкодисперсной фракции хлорофилл-содержащей взвеси в оз. Мястро несколько ниже, чем в оз. Нарочь (23,6±11,7 % против 31,3 %). Относительное содержание хлорофилла в сухой массе сестона двух озер практически совпало. Средние величины двух характеристик содержания хлорофилла *a* в оз. Мястро не выходят за пределы многолетних колебаний (табл. 4.9.2). В наиболее трофном оз. Баторино кривая сезонного хода абсолютных величин содержания хлорофилла при сборе взвеси на фильтрах 1,5 мкм носила куполообразный характер с более высокими значениями в июле и августе (10,54 и 9,88 мкг/л соответственно). При сборе взвеси на фильтрах с размером пор 0,4 мкм высокое содержание хлорофилла отмечалось уже в июне (см. табл. 4.9.1). Относительное содержание хлорофилла в сухой массе сестона в мелководном оз. Баторино было ниже (0,12±0,03 % в среднем за сезон), чем в озерах Мястро и Нарочь. Значительно ниже здесь и доля мелкодисперсной фракции хлорофилл-содержащей взвеси (18,3±8,5 % в среднем за сезон). Из приведенных в табл. 4.9.2 данных (для взвеси, улавливаемой на фильтрах 1,5 мкм) следует вывод о развитии тенденции снижения содержания автотрофной компоненты в сестоне оз. Баторино в последние годы.

4.10. Потенциальный фотосинтез планктона

В течение вегетационного сезона скорость фотосинтеза изменялась от 0,15 до 0,52 в оз. Нарочь, от 0,39 до 1,36 в оз. Мястро и от 0,34 до 2,19 мг O₂/л·сут. в оз. Баторино. Максимальные значения показателя в оз. Нарочь наблюдались в августе (Малый плес) и в июле – сентябре (Большой плес), в оз. Мястро – в августе, в оз. Баторино – в июле. Средние для вегетационного сезона величины потенциального фотосинтеза составили: 0,32±0,15 и 0,31±0,10 мг O₂/л·сут. (Малый и Большой плесы оз. Нарочь), 0,77±0,37 (оз. Мястро) и 1,27±0,68 мг O₂/л·сут. (оз. Баторино) (табл. 4.10.1).

**Потенциальный фотосинтез (мг O₂/л · сут.) в озерах
(интегральная проба, вегетационный сезон 2011 г.)**

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	0,25 (15,6–12,8 °С)	0,20 (19,8–24,0 °С)	0,34 (22,9–23,1 °С)	0,52 (19,9–20,0 °С)	0,45 (16,0–16,6 °С)	0,15 (6,4–9,4 °С)
Большой плес	0,28 (15,6–12,8 °С)	0,23 (19,8–24,0 °С)	0,42 (22,9–23,1 °С)	0,35 (19,9–20,0 °С)	0,41 (16,0–16,6 °С)	0,16 (6,4–9,4 °С)
Мястро	0,45 (13,5–16,3 °С)	0,62 (24,0–25,6 °С)	0,74 (23,8–24,3 °С)	1,36 (20,8–22,0 °С)	1,05 (15,4–15,8 °С)	0,39 (6,4–7,2 °С)
Баторино	0,96 (13,5–15,6 °С)	1,67 (24,8–25,6 °С)	2,19 (23,8–25,4 °С)	1,63 (19,0–20,8 °С)	0,83 (15,2–15,4 °С)	0,34 (6,4–7,5 °С)

Примечание. В скобках указан размах колебаний температуры воды в период экспозиции склянок.

Среднесезонные значения скорости потенциального фотосинтеза в текущем году в оз. Нарочь не выходили за пределы многолетних колебаний. В озерах Баторино Мястро, в отличие от прошлого года, характеризовавшегося более высокими показателями, уровень потенциального фотосинтеза снизился до обычных значений (табл. 4.10.2).

Таблица 4.10.2

**Среднесезонные величины потенциального фотосинтеза (мг O₂/л·сут.)
в озерах в 2011 г. в сравнении с многолетними данными
за период 1991–2010 гг.**

Озеро	1991–1995		1996–2000		2001–2005		2006–2010		2011	
	<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	0,22	0,03	0,23	0,03	0,32	0,07	0,27	0,10	0,31	0,10
Мястро	0,72	0,15	0,78	0,22	0,79	0,13	0,78	0,46	0,77	0,37
Баторино	1,27	0,14	1,13	0,21	1,34	0,29	1,33	0,52	1,27	0,68

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

Скорость аэробной деструкции в среднем для вегетационного сезона в озерах Нарочь (Малый и Большой плесы), Мястро и Баторино составила соответственно $0,24 \pm 0,18$, $0,20 \pm 0,12$, $0,22 \pm 0,14$ и $0,46 \pm 0,25$ мг O₂/л·сут. Таким образом, в толще воды продукционные процессы, как правило, преобладали над деструкционными. Исключение составляет ситуация в середине июля в Малом плесе оз. Нарочь, когда при анализе проб воды, отобранных на станции Буй-1 11.07.2011, по непонятной причине получены экстремально высокие величины всех трех показателей аэробной деструкции: БПК₁, БПК₅ и деструкции, измеренной *in situ* (табл. 4.11.1).

Таблица 4.11.1

**Скорость деструкции (мг O₂/л×сут.) в озерах
(интегральная проба, вегетационный сезон 2011 г.)**

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	0,19 (15,6–12,8 °С)	0,06 (19,8–24,0 °С)	0,49 (22,9–23,1 °С)	0,35 (19,9–20,0 °С)	0,29 (16,0–16,6 °С)	0,03 (6,4–9,4 °С)
Большой плес	0,24 (15,6–12,8 °С)	0,09 (19,8–24,0 °С)	0,29 (22,9–23,1 °С)	0,24 (19,9–20,0 °С)	0,31 (16,0–16,6 °С)	0,01 (6,4–9,4 °С)
Мястро	0,16 (13,5–16,3 °С)	0,20 (24,0–25,6 °С)	0,39 (23,8–24,3 °С)	0,38 (20,8–22,0 °С)	0,16 (15,4–15,8 °С)	0,04 (6,4–7,2 °С)
Баторино	0,62 (13,5–15,6 °С)	0,59 (24,8–25,6 °С)	0,71 (23,8–25,4 °С)	0,46 (19,0–20,8 °С)	0,32 (15,2–15,4 °С)	0,03 (6,4–7,5 °С)

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

Среднесезонные значения уровня деструкции в водной массе оз. Нарочь в 2011 г. были сопоставимы со средними многолетними величинами, в оз. Мястро и Баторино – ниже средних многолетних значений (табл. 4.11.2).

Таблица 4.11.2

**Среднесезонные величины деструкции (мг O₂/л·сут.) в озерах в 2011 г.
в сравнении с многолетними за период 1991–2010 гг.**

Озеро	1991–1995		1996–2000		2001–2005		2006–2010		2011	
	<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	0,17	0,05	0,19	0,05	0,18	0,05	0,21	0,16	0,22	0,12
Мястро	0,28	0,08	0,36	0,12	0,31	0,04	0,31	0,17	0,22	0,14
Баторино	0,53	0,10	0,52	0,10	0,58	0,13	0,52	0,27	0,46	0,25

Скорость биохимического потребления кислорода (БПК₁ и БПК₅) отражает активность озерного планктона при разложении органического вещества и рассчитывается для одно- и пятисуточной экспозиции. Потребление кислорода в течение первых суток во всех трех озерах составляет примерно 1/3 потребления в течение пяти суток. Средние для вегетационного сезона величины БПК₁ и БПК₅ равны 0,30±0,22 и 0,88±0,47 мг O₂/л (Малый плес), 0,18±0,09 и 0,77±0,26 мг O₂/л (Большой плес оз. Нарочь), 0,28±0,09 и 1,00±0,39 мг O₂/л (оз. Мястро), 0,49±0,20 и 1,74±0,61 мг O₂/л (оз. Баторино) (табл. 4.11.3).

Таблица 4.11.3

**Величины БПК₁ и БПК₅ (мг O₂/л) в озерах
(интегральная проба, вегетационный сезон 2011 г.)**

Озеро	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	<u>0,68</u> 1,72	<u>0,16–0,30</u> 0,50–0,79	<u>0,24</u> 0,68	<u>н–0,65</u> 0,77–1,72	<u>0,33</u> 0,90	<u>0,18</u> 0,84	<u>0,07–0,10</u> 0,49–0,38
Большой плес	н	<u>0,32</u> 0,94	<u>0,14</u> 0,61	<u>0,25</u> 1,14	<u>0,13</u> 0,77	<u>0,15</u> 0,78	<u>0,07</u> 0,40

Озеро	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Мястро	н	<u>0,26</u>	<u>0,27</u>	<u>0,36</u>	<u>0,38</u>	<u>0,28</u>	<u>0,13</u>
		0,97	1,00	1,19	1,63	0,61	0,57
Баторино	н	<u>0,72</u>	<u>0,58</u>	<u>0,59</u>	<u>0,53</u>	<u>0,24</u>	<u>0,25</u>
		1,79	2,31	2,25	2,10	0,79	1,22

Примечание. В числителе – показатели для БПК₁, в знаменателе – для БПК₅.

Среднесезонные величины БПК₅ в вегетационный сезон 2011 г. во всех трех озерах ниже средних многолетних значений (табл. 4.11.4).

Таблица 4.11.4

**Среднесезонные величины БПК₅ (мг О₂/л) в озерах в 2011 г.
в сравнении с многолетними данными за период 1991–2010 гг.**

Озеро	1991–1995		1996–2000		2001–2005		2006–2010		2011	
	<i>X</i>	<i>±SD</i>	<i>X</i>	<i>±SD</i>	<i>X</i>	<i>±SD</i>	<i>X</i>	<i>±SD</i>	<i>X</i>	<i>±SD</i>
Нарочь	1,07	0,14	0,98	0,12	1,10	0,20	0,95	0,42	0,84	0,26
Мястро	1,38	0,22	1,41	0,22	1,50	0,12	1,37	0,49	1,00	0,39
Баторино	2,67	0,12	2,23	0,28	2,40	0,30	2,06	0,44	1,74	0,61

Особенности вегетационного сезона 2011 г., как и в предыдущем году, связаны с климатическими условиями (продолжительные периоды аномальной жары и безветренной погоды), что обусловило развитие необычного для полимиктических Нарочанских озер феномена – длительной стратификации водной массы. Это отразилось, в первую очередь, на термическом режиме водоемов и предопределило крайне напряженный кислородный режим в середине лета во всех трех озерах.

Так, в оз. Нарочь гипоксия в придонных слоях начала развиваться с середины июля, а в конце месяца и до третьей декады августа в придонных слоях зафиксировано полное отсутствие кислорода. Период аноксии в Малом плесе был несколько более длителен, чем в Большом плесе. Лишь начавшееся ветровое перемешивание предотвратило возможные негативные экологические последствия дефицита кислорода.

В озерах Мястро и Баторино ситуация была менее критичной, чем в предыдущем году. В оз. Мястро в июне и июле содержание растворенного в воде кислорода в верхнем 4-метровом слое было высоко и даже несколько превышало 100 % насыщения. На глубине 7 м насыщение воды кислородом снижалось до 53–64 % насыщения, составляя в придонных слоях 38–44 % насыщения. К середине августа за счет полного ветрового перемешивания водной массы насыщение кислородом в столбе воды выровнялось и составило 86–78 % и далее гомооксигения водной толщи наблюдалась до конца сезона. В оз. Баторино расслоение водной массы было отмечено лишь в середине июня, когда минимальная концентрация кислорода у дна составила около 2 мг О₂/л, что соответствует 21 % насыщения.

В озерах Нарочь и Баторино, как и в предыдущем году, экстремальные сдвиги в термическом и кислородном режимах не существенно отразились на таких интегральных показателях функционирования экосистемы, как прозрачность воды, общее содержание взвешенных, органических и биогенных веществ, скоростях продукционно-деструкционных процессов и биохимического потребления кислорода. Это свидетельствует о высоком гомеостазе природных экосистем, позволяющем, до определенного предела, демпфировать экстремальные условия окружающей среды. Однако следует отметить и некоторые

особенности последних лет. Это нестабильность показателей, характеризующих уровень продукционно-деструкционных процессов, некоторое увеличение запаса азота в водной массе всех трех озер. В оз. Баторино в последние годы наметилась тенденция к увеличению прозрачности воды. Следует подчеркнуть, что экологическая ситуация в оз. Мястро продолжает оставаться самой нестабильной в ряду изученных озер.

4.12. Фитопланктон

Видовое богатство фитопланктона в озерах Нарочь, Мястро, Баторино в вегетационном сезоне 2011 г. приведено в табл. 4.12.1.

Таблица 4.12.1

Число видов в разных отделах водорослей, обнаруженных в годовом цикле 2011 г. в фитопланктоне Нарочанских озер

Отделы водорослей	Озеро Нарочь	Озеро Мястро	Озеро Баторино
Синезеленые (= цианобактерии)	11	5	11
Криптофитовые	5	6	6
Динофитовые	6	3	3
Золотистые	13	11	13
Диатомовые	18	18	11
Эвгленовые	1	1	2
Зеленые:	15	18	32
вольвоксовые	1	2	1
хлорококковые	12	12	26
десмидиевые	1	3	3
улотриксковые	1	1	2
Всего	69	62	78

Число обнаруженных в 2011 г. видов водорослей в озерах Мястро и Баторино ниже, чем в 2010 г. (71 и 86 видов соответственно), а в оз. Нарочь, наоборот, на 10 видов больше. Видовое богатство оз. Нарочь возросло за счет диатомовых, зеленых (по 4 вида), динофитовых (3) и золотистых (2) водорослей. В фитопланктоне оз. Мястро не отмечено 8 видов синезеленых и 4 вида золотистых водорослей, в оз. Баторино – 5 видов диатомовых, по 3 вида золотистых и динофитовых. Видовое богатство хлорококковых возросло от мезотрофного оз. Нарочь к эвтрофному оз. Баторино.

В озерах Нарочь и Мястро в 2011 г. (см. подраздел 3.2) отмечен новый для альгофлоры Беларуси вид золотистых водорослей *Sphaleromantis ochracea* Pascher. Списки видового состава фитопланктона озер* дополнены следующими видами: для оз. Нарочь – *Ankistrodesmus rotundus* Korschik.; для оз. Мястро – *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., *Eudorina cylindrica* Korschik., *Ankistrodesmus rotundus* Korschik.; для оз. Баторино – *Pseudokephyrion inflatum* Hilliard, *Cymbella ehrenbergii* Kütz., *Euglena pisciformis* Klebs, *Scenedesmus dimorphus* (Turp.) Kütz. *Eudorina cylindrica* также не отмечалась ранее в альгофлоре Беларуси.

* Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино (2008 год) / А. П. Остапеня [и др.]; под общ. ред. А. П. Остапени. – Минск : БГУ, 2009. – С. 109.

Доминирующие комплексы структурообразующих видов фитопланктона озер в течение вегетационного периода 2011 г. приведены в табл. 4.12.2.

Таблица 4.12.2

Доминирующий комплекс видов фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино в течение вегетационного периода 2011 г.

Дата	Виды-доминанты по численности организмов	Процент	Виды-доминанты по биомассе	Процент
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1				
12.05.2011	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	84,6 10,4	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	43,4 24,9 11,9
16.06.2011	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chromulina</i> sp.	51,2 23,9 18,0	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chromulina</i> sp.	50,8 23,7 19,6
11.07.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chromulina</i> sp. <i>Cyclotella</i> sp. <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Aphanothece clathrata</i>	51,0 14,6 13,4 8,5 6,1	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Ceratium hirundinella</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Anabaena lemmermannii</i> <i>Cyclotella</i> sp. <i>Chromulina</i> sp.	25,1 17,3 12,7 12,3 11,4 8,7 7,9
17.08.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Cyclotella</i> sp.	49,7 14,8 12,1 10,8	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Ceratium hirundinella</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i>	49,1 15,5 9,3 6,1 5,0
20.09.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella</i> sp.	78,5 6,6	<i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Microcystis pulverea</i> f. <i>pulchra</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Asterionella formosa</i>	20,8 19,2 19,1 12,5 9,3 7,7 5,4
17.10.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	66,8 9,6 6,9	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	28,2 20,4 19,4 14,0 6,7
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2				
12.05.2011	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	76,5 20,4	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	38,8 23,4 23,0
16.06.2011	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Rhodomonas pusilla</i>	79,2 10,7	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Anabaena lemmermannii</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	70,1 16,3 8,0
11.07.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella</i> sp. <i>Chromulina</i> sp. <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	35,2 27,2 16,0 12,8	<i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Ceratium hirundinella</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella</i> sp.	63,3 14,7 5,6 5,5

Продолжение табл. 4.12.2

Дата	Виды-доминанты по численности организмов	Процент	Виды-доминанты по биомассе	Процент
17.08.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cyclotella</i> sp.	59,0 17,2 8,2	<i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Ceratium hirundinella</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	28,5 20,5 18,0 6,6
20.09.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	58,9 7,2 7,2	<i>Microcystis pulverea</i> f. <i>pulchra</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Microcystis pulverea</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	26,8 16,8 16,6 12,5 11,4 6,6
17.10.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i>	76,0	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	43,9 20,7 11,6 9,2
Озеро Мястро				
11.05.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella</i> sp.	71,3 8,8	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Aulacoseira ambigua</i> <i>Cyclotella</i> sp. <i>Dinobryon divergens</i>	43,5 13,2 8,8 8,7 8,0 6,7
09.06.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Gloeocapsa minor</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	57,6 13,0 7,4 5,6	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Euglena</i> sp.	31,1 28,4 11,2 7,1 6,6
13.07.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i>	80,5	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Aulacoseira ambigua</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Ceratium hirundinella</i>	25,1 20,0 15,2 10,8 9,5 7,0
10.08.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Navicula</i> sp. <i>Cyclotella</i> sp.	47,6 17,2 8,1 5,1	<i>Cryptomonas curvata</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Anabaena hassalii</i> <i>Aulacoseira granulata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	49,2 12,1 7,5 7,1 6,9
26.09.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Aulacoseira ambigua</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	45,3 26,4 5,5	<i>Aulacoseira ambigua</i> <i>Aulacoseira granulata</i>	54,9 31,1
19.10.2011	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Aulacoseira ambigua</i>	75,5 18,0	<i>Aulacoseira ambigua</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	89,1 7,8
Озеро Баторино				
11.05.2011	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cyclotella</i> sp.	69,9 10,6	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Synedra acus</i> <i>Dinobryon sociale</i> <i>Kephyrion sphaericum</i>	28,4 26,8 16,9 7,0 6,3

Дата	Виды-доминанты по численности организмов	Процент	Виды-доминанты по биомассе	Процент
09.06.2011	<i>Cyclotella</i> sp.	90,1	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Microcystis pulverea</i>	65,5 8,1 8,0 5,1
13.07.2011	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	68,7 6,3 5,3 5,3	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Stephanodiscus</i> sp. <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Synedra acus</i>	28,9 23,4 8,0 6,3 5,0
10.08.2011	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	52,5 17,2 5,7	<i>Synedra acus</i> <i>Cyclotella</i> sp. <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Pediastrum privum</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Woloszynskia ordinata</i> <i>Staurastrum planctonicum</i>	17,7 16,4 15,6 12,3 9,2 9,0 5,3
26.09.2011	<i>Chromulina</i> sp. <i>Cyclotella</i> sp. <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Kephyrion planctonicum</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	16,1 13,1 11,7 10,2 8,8 5,8	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Melosira varians</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Cymbella ehrenbergii</i> <i>Cryptomonas erosa</i>	18,2 17,6 9,9 8,8 5,8
19.10.2011	<i>Euglena pisciformis</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Kephyrion sphaericum</i>	30,8 25,2 24,1 5,1	<i>Cyclotella ocellata</i> <i>Euglena pisciformis</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	40,5 26,8 8,4 8,0

Вскрываются Нарочанские озера в разное время, поэтому в мае доминирующие комплексы видов в озерах различаются. В оз. Нарочь в обоих плесах по численности организмов и биомассе доминировали мелкоклеточные представители золотистых, криптофитовых и крупноклеточные центрические диатомовые водоросли (*Cyclotella meneghiniana* по биомассе). В оз. Мястро по численности организмов доминируют одноклеточные мелкие криптофитовые (71,3 %) и диатомовые (8,8 %) водоросли, по биомассе одиночные и колониальные виды (см. табл. 4.12.2). В оз. Баторино 69,9 % по численности организмов приходится на золотистые (*Chrysidalis peritaphrena*) и 10,6 % на центрические диатомовые водоросли. Особенностью майского доминирующего комплекса озер является отсутствие представителей синезеленых и более полидоминантный состав в озерах Мястро и Баторино, по сравнению с оз. Нарочь.

В июне в оз. Нарочь наибольшую значимость (в Малом плесе свыше 50 %, в Большом – 70–80 %) приобретает мелкоклеточная *Cyclotella* sp. В Большом плесе уже в июне выходит в доминанты по биомассе цианобактерия *Anabaena lemmermannii*, в Малом же она включается в состав доминирующего комплекса только в июле вместе с *Aphanothece clathrata*. В Большом плесе раньше, чем в Малом, а именно в июле выходит в доминанты и колониальная синезеленая водоросль *Gloeotrichia echinulata*, которая доминирует и в августе, составляя соответственно 68,3 и 28,5 % в биомассе. В Малом плесе ее вклад только в сентябре достигает 12,5 %. В июле и августе в обоих плесах к видам-доминантам присоединяется крупноклеточный представитель динофитовых *Ceratium hirundinella*. В

сентябре – октябре до статуса видов-доминантов в биомассе достигают крупноклеточные колониальные диатомовые *Fragilaria crotonensis* и *Asterionella formosa*.

В оз. Мястро в июне – июле в лидерах находятся криптомонады и диатомовые, роль последних возрастает в осенние месяцы за счет крупноклеточных колониальных видов *Aulacoseira ambigua* и *A. granulata*.

В оз. Баторино наиболее полидоминантным комплекс видов по биомассе (7 представителей) был в августе, по численности организмов – в сентябре (6 видов). В августе, кроме диатомовых (*Synedra acus*, *Cyclotella* sp., *C. meneghiniana*), которые были основными доминантами, вклад в биомассу внесли представители других отделов: синезеленых – *Aphanothece clathrata* (15,6 %), зеленых – *Pediastrum privum* (12,3 %), *Staurastrum planctonicum* (5,3 %) и динофлагеллят – *Woloszynskia ordinata* (9,0 %).

Количественное развитие общего фитопланктона озер в течение вегетационного периода 2011 г. и степень участия в нем разных отделов водорослей представлены данными табл. 4.12.3.

Таблица 4.12.3

**Абсолютные значения показателей количественного развития
общего фитопланктона и долевой вклад (в процентах) основных отделов
водорослей в общую их численность и биомассу в озерах Нарочь,
Мястро, Баторино на протяжении вегетационного периода 2011 г.**

Дата	Общие величины	Долевой вклад (процент)					
		сине-зеленых	крипто-фитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
Численность организмов, млн/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
12.05.11	10,92	0,0	11,5	85,2	2,7	0,0	0,5
16.06.11	5,45	4,8	23,9	20,0	51,3	0,0	0,0
11.07.11	1,57	7,6	52,2	25,6	14,6	0,0	0,1
17.08.11	1,30	12,1	56,5	15,1	15,0	1,3	0,1
20.09.11	1,96	2,4	87,0	0,0	9,7	0,9	0,0
17.10.11	1,81	2,7	76,9	9,7	10,2	0,5	0,0
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
12.05.2011	5,34	0,0	20,7	76,5	2,2	0,0	0,5
16.06.2011	1,91	3,4	10,7	6,7	79,2	0,0	0,0
11.07.2011	1,25	0,0	35,2	32,2	30,8	1,6	0,2
17.08.2011	2,14	5,3	64,7	17,3	11,0	1,6	0,1
20.09.2011	1,38	15,6	70,9	0,0	12,0	1,5	0,0
17.10.2011	0,92	3,1	83,3	4,9	8,7	0,0	0,0
Озеро Мястро							
11.05.2011	4,72	0,0	74,6	14,5	11,0	0,0	0,0
09.06.2011	1,46	14,9	70,6	0,0	5,3	5,6	3,7
13.07.2011	1,49	0,0	83,6	5,6	3,8	6,6	0,4
10.08.2011	1,93	6,6	67,9	1,1	17,0	6,5	1,0
26.09.2011	2,28	0,3	54,9	1,8	40,2	2,7	0,0
19.10.2011	1,42	2,7	76,9	0,0	20,1	0,3	0,0
Озеро Баторино							
11.05.2011	20,43	0,0	3,7	81,9	13,1	1,2	0,0

Продолжение табл. 4.12.3

Дата	Общие величины	Долевой вклад (процент)					
		сине-зеленых	крипто-фитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
09.06.2011	28,71	0,9	4,1	2,8	90,3	1,3	0,6
13.07.2011	22,05	9,4	6,3	5,4	71,8	7,0	0,1
10.08.2011	18,59	25,6	0,8	5,7	58,8	8,6	0,4
26.09.2011	3,26	11,9	16,1	36,6	17,0	18,4	0,2
19.10.2011	5,60	4,1	27,2	8,7	25,2	4,0	30,8
Численность клеток, млн/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
12.05.2011	11,09	0,0	11,4	84,4	3,7	0,0	0,5
16.06.2011	5,84	10,5	22,3	18,6	48,6	0,0	0,0
11.07.2011	18,27	92,0	4,5	2,3	1,2	0,0	0,0
17.08.2011	139,07	98,8	0,5	0,2	0,2	0,3	0,0
20.09.2011	74,15	94,6	3,6	0,0	1,7	0,0	0,0
17.10.2011	69,01	96,9	2,0	0,3	0,8	0,0	0,0
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
12.05.2011	5,37	0,0	20,6	76,1	2,7	0,0	0,5
16.06.2011	2,62	28,8	7,8	4,9	58,5	0,0	0,0
11.07.2011	18,24	91,9	2,4	2,5	2,3	0,9	0,0
17.08.2011	25,68	84,3	5,4	1,6	1,5	7,2	0,0
20.09.2011	286,74	99,4	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0
17.10.2011	60,12	98,2	1,3	0,1	0,4	0,0	0,0
Озеро Мястро							
11.05.2011	5,02	0,0	70,1	17,5	12,4	0,0	0,0
09.06.2011	15,65	89,1	6,6	0,0	0,7	3,3	0,3
13.07.2011	1,99	1,3	62,7	7,0	19,2	9,6	0,3
10.08.2011	17,06	85,9	7,7	0,2	3,6	2,5	0,1
26.09.2011	13,17	0,7	9,5	0,5	87,5	1,8	0,0
19.10.2011	4,73	1,6	23,0	0,0	73,7	1,6	0,0
Озеро Баторино							
11.05.2011	21,25	0,0	3,6	81,8	12,8	1,8	0,0
09.06.2011	95,20	69,8	1,2	0,9	27,3	0,7	0,2
13.07.2011	145,06	83,6	1,0	1,3	10,9	3,2	0,0
10.08.2011	303,29	93,3	0,1	0,4	3,6	2,7	0,0
26.09.2011	99,05	95,4	0,5	1,3	0,7	2,1	0,0
19.10.2011	18,31	66,6	8,3	2,7	7,7	5,3	9,4
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
12.05.2011	1,92	0,0	18,9	45,6	33,2	0,0	2,3
16.06.2011	1,10	2,4	23,7	20,7	52,9	0,0	0,1
11.07.2011	0,64	24,1	37,3	12,3	9,1	0,0	17,3
17.08.2011	1,40	49,1	28,0	4,4	12,1	0,3	6,1

Дата	Общие величины	Долевой вклад (процент)					
		сине-зеленых	крипто-фитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
17.10.2011	1,19	28,2	42,7	2,1	26,7	0,3	0,0
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
12.05.2011	0,95	0,0	25,0	38,8	32,5	0,0	3,7
16.06.2011	0,51	16,3	8,0	3,3	72,4	0,0	0,0
11.07.2011	1,58	63,3	5,6	6,7	9,6	0,0	14,7
17.08.2011	1,40	35,3	27,5	3,6	12,0	1,0	20,5
20.09.2011	2,48	56,5	26,0	0,0	15,4	1,5	0,6
17.10.2011	0,67	43,9	36,6	0,6	18,9	0,0	0,0
Озеро Мястро							
11.05.2011	1,55	0,0	65,5	16,7	17,8	0,0	0,0
09.06.2011	1,51	4,8	46,7	0,0	35,4	1,8	11,4
13.07.2011	0,96	0,2	37,7	4,2	47,2	1,8	8,8
10.08.2011	2,67	10,8	59,0	0,4	25,9	2,1	1,7
26.09.2011	14,91	0,0	4,0	0,1	92,3	3,6	0,0
19.10.2011	2,74	0,1	9,4	0,0	89,9	0,6	0,0
Озеро Баторино							
11.05.2011	4,80	0,0	4,8	46,4	46,9	1,9	0,0
09.06.2011	6,31	5,2	17,5	3,2	68,5	2,5	3,1
13.07.2011	7,34	9,3	5,8	6,2	65,4	11,5	1,8
10.08.2011	8,31	17,2	2,4	1,2	45,7	24,5	9,0
26.09.2011	2,42	19,6	12,3	6,2	39,9	19,1	2,9
19.10.2011	2,84	2,1	18,8	4,5	41,5	6,4	26,8

В таблице 4.12.4 абсолютные величины показателей количественного развития общего фитопланктона озер в разные месяцы вегетационного сезона 2011 г. даны в более наглядном для их сравнения виде.

Таблица 4.12.4

Показатели степени количественного развития фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино в течение вегетационного сезона 2011 г.

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Общая численность организмов, млн орг./л						
Нарочь , Малый плес	10,92	5,45	1,57	1,30	1,96	1,81
Большой плес	5,34	1,91	1,25	2,14	1,38	0,92
Мястро	4,72	1,46	1,49	1,93	2,28	1,42
Баторино	20,43	28,71	22,05	18,59	3,26	5,60
Общая численность клеток, млн кл./л						
Нарочь , Малый плес	11,09	5,84	18,27	139,07	47,15	69,01
Большой плес	5,37	2,62	18,24	25,68	286,74	60,12
Мястро	5,02	15,65	1,99	17,06	13,17	4,73
Баторино	21,25	95,20	145,06	303,29	99,05	18,31

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Общая биомасса, мг/л						
Нарочь, Малый плес	1,92	1,10	0,64	1,40	1,60	1,19
Большой плес	0,95	0,51	1,58	1,40	2,48	0,67
Мястро	1,55	1,51	0,96	2,67	14,91	2,74
Баторино	4,80	6,31	7,34	8,31	2,42	2,84

Годовая динамика развития фитопланктона Нарочанских озер в 2011 г., а также изменения в его структурном составе отражены на рис. 2 и 3.

Максимум биомассы в течение вегетационного сезона в оз. Нарочь для Малого плеса отмечен в мае (1,92 мг/л), а для Большого плеса – в сентябре (2,48 мг/л), при сходном составе доминирующих комплексов видов водорослей в обоих плесах, но при существенном различии вклада разных отделов в общую биомассу, в частности, золотистых и синезеленых в сентябре (см. рис. 2, А, Б).

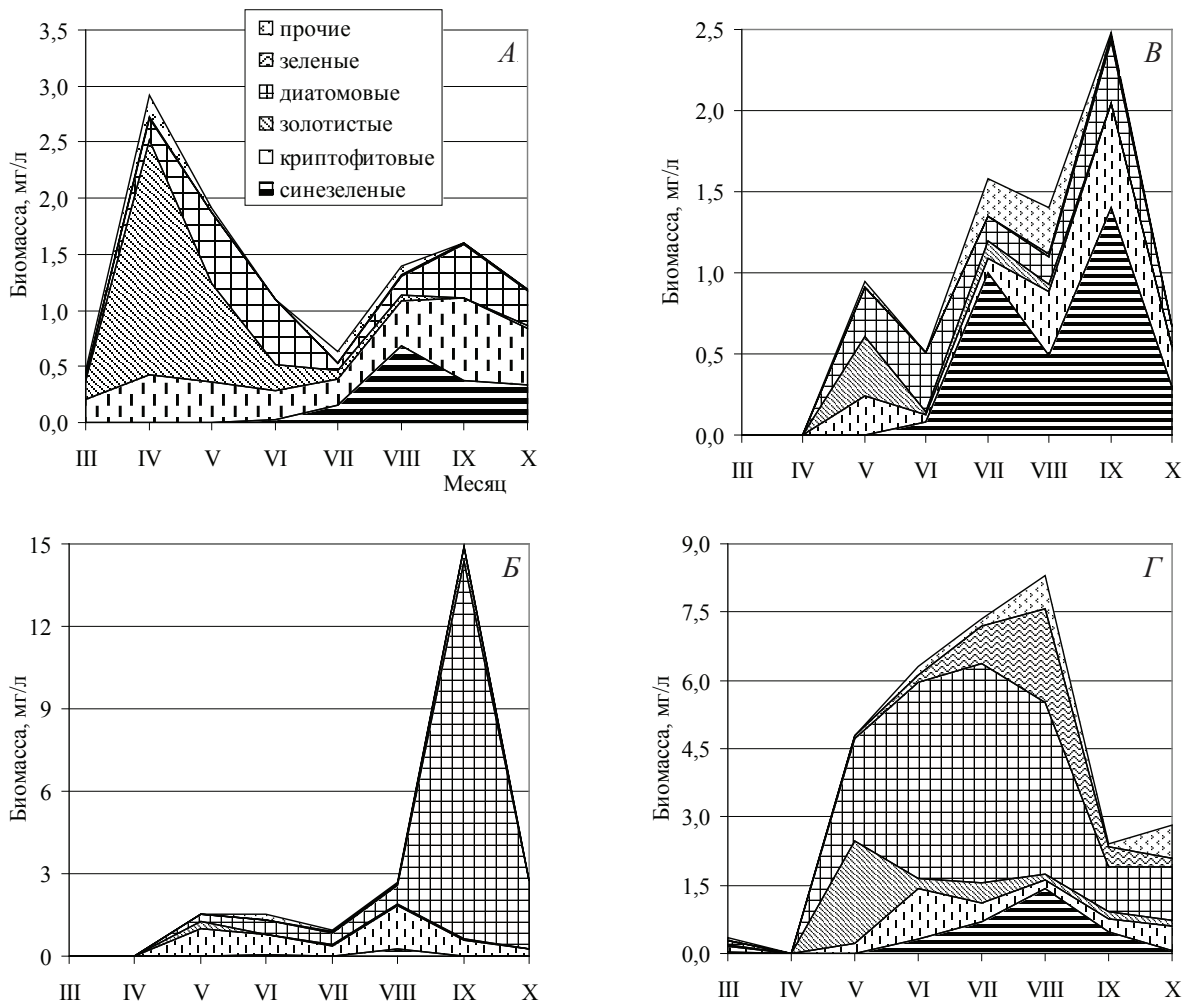


Рис. 2. Сезонная динамика и структурный состав фитопланктонного сообщества (В, мг/л) в 2011 г.: А – оз. Нарочь, Малый плес; Б – оз. Нарочь, Большой плес; В – оз. Мястро; Г – оз. Баторино

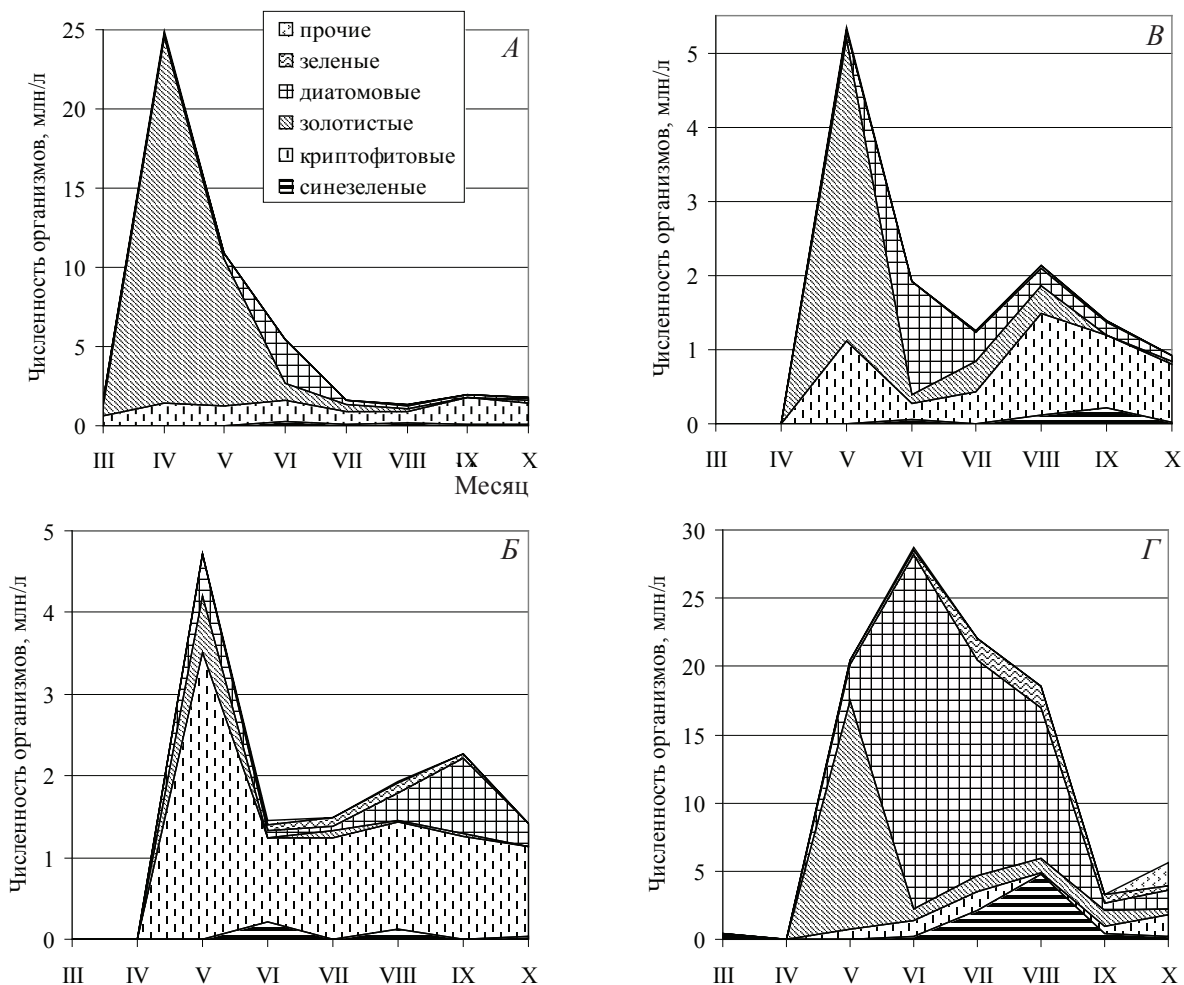


Рис. 3. Сезонная динамика и структурный состав фитопланктонного сообщества ($N_{орг}$, млн орг./л) в 2011 г.: А – оз. Нарочь, Малый плес; Б – оз. Нарочь, Большой плес; В – оз. Мястро; Г – оз. Баторино

Максимальные величины численности клеток в озерах в 2011 г. отмечены в августе (для Большого плеса оз. Нарочь в сентябре). Численность организмов в озерах Нарочь и Мястро была максимальной в мае, в оз. Баторино – в июне. Максимальные величины численности организмов в оз. Нарочь в 2011 г. были несколько выше по сравнению с 2010 г., в оз. Мястро – близки, а в оз. Баторино – немного ниже. Максимальная численность клеток фитопланктона в оз. Нарочь в Малом плесе была 2,7, а в Большом плесе в 3,4 раза выше, чем в 2010 г., а в оз. Баторино – в 1,7 раза. Только в оз. Мястро этот показатель в 8,2 раза был ниже (139,51 в августе 2010 г. и 17,06 млн кл./л в августе 2011 г.). В Малом плесе оз. Нарочь в 2010 г. максимальная биомасса составила 2,94 мг/л, в 2011 г. – 1,92, в Большом – 1,50 и 2,48 мг/л соответственно, а в озерах Мястро и Баторино этот показатель в 2011 г. был ниже в 2,5 и 2,7 раза. Необходимо отметить, что два года в оз. Мястро в августе регистрируются максимальные для Нарочанских озер величины биомассы (37,89 в 2010 г. и 14,91 мг/л в 2011 г.). Среднесезонные абсолютные значения количественных показателей общего фитопланктона Нарочанских озер и относительные значения в нем основных доминирующих отделов водорослей приведены в табл. 4.12.5.

Среднесезонные (V–X) значения величин количественного развития общего фитопланктона в озерах в 2011 г. и относительная (процент) значимость основных доминирующих отделов водорослей в показателях количественного развития фитопланктона

Показатель	Озеро Нарочь, Малый плес			Озеро Нарочь, Большой плес			Озеро Мястро			Озеро Баторино		
	среднее значение	SD	место	среднее значение	SD	место	среднее значение	SD	место	среднее значение	SD	место
$N_{\text{общ}}$, млн орг./л	3,84	3,80	–	2,16	1,62	–	2,22	1,27		16,44	9,94	–
синезеленые	4,9	4,3	IV	4,6	5,8	IV	4,1	5,9	III	8,6	9,5	IV
криптофитовые	51,3	29,3	I	47,6	29,5	I	71,4	9,7	I	9,7	10,0	III
золотистые	25,9	30,3	II	22,9	28,7	III	3,8	5,6	IV	23,5	31,2	II
диатомовые	17,2	17,3	III	24,0	28,7	II	16,2	13,3	II	46,0	32,1	I
$N_{\text{общ}}$, млн кл./л	48,41	50,51	–	66,46	109,87	–	9,60	6,44	–	113,69	105,01	–
синезеленые	65,5	46,8	I	67,1	42,2	I	29,8	44,7	III	68,1	35,4	I
криптофитовые	7,4	8,2	IV	6,3	7,5	IV	29,9	29,0	II	2,4	3,1	IV
золотистые	17,6	33,5	II	14,2	30,4	II	4,2	7,1	IV	14,7	32,9	II
диатомовые	9,4	19,2	III	10,9	23,3	III	32,8	37,8	I	10,5	9,4	III
$B_{\text{общ}}$, мг/л	1,31	0,44	–	1,26	0,72	–	4,06	5,36	–	5,34	2,40	–
синезеленые	21,2	18,1	II	35,9	24,1	I	2,6	4,4	IV	8,9	8,0	IV
криптофитовые	32,8	10,9	I	21,5	12,1	III	37,1	25,5	II	10,3	6,9	III
золотистые	14,2	17,2	IV	8,8	14,9	IV	3,6	6,6	III	11,3	17,3	II
диатомовые	27,4	15,9	III	26,8	23,7	II	51,4	32,3	I	51,3	12,4	I

Сравнивая относительную значимость основных доминирующих отделов водорослей в средневегетационных показателях количественного развития фитопланктона (см. табл. 4.12.5), можно отметить, что в оз. Баторино по биомассе первое место занимают диатомовые водоросли $51,3 \pm 12,4$ %, второе – золотистые $11,3 \pm 17,3$, третье – зеленые $11,0 \pm 9,2$ и криптофитовые $10,3 \pm 6,9$, и последнее место – синезеленые $8,9 \pm 8,0$ % водоросли. Такое распределение отмечается впервые за многолетний период исследований. Надо отметить, что доля синезеленых водорослей в общей биомассе фитопланктона оз. Мястро также невелика $2,6 \pm 4,4$ %, тогда как в оз. Нарочь она составила: в Малом плесе $21,2 \pm 18,1$ %, в Большом плесе – $35,9 \pm 24,1$ %.

Изменения, происходящие в структуре фитопланктонных сообществ озер, отражают и данные табл. 4.12.6.

Таблица 4.12.6

Степень «колониальности» и масса единицы фитопланктонных сообществ озер Нарочь, Мястро, Баторино в 2010 и 2011 гг. (среднее за сезон)

Озеро	$\frac{N_{\text{кл}}}{N_{\text{орг}}}$		$W_{\text{орг}} \cdot 10^{-6}$ мг		$W_{\text{кл}} \cdot 10^{-6}$ мг	
	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.
Нарочь , Малый плес	8,4	12,6	0,485	0,341	0,058	0,027
Большой плес	9,8	30,8	0,664	0,587	0,067	0,019
Мястро	15,3	4,3	3,185	1,830	0,204	0,422
Баторино	4,7	6,9	0,486	0,325	0,104	0,047

По сравнению с аномально жарким летом 2010 г., в 2011 г. степень «колониальности» фитопланктона существенно увеличилась в оз. Нарочь (на обоих плесах), но не достигла величин 2009 г. При этом масса планктонной единицы (в 1,4 раза в Малом и в 1,1 раза в Большом плесах) и клетки (в 2,1 и 3,5 раза соответственно) уменьшились.

Сравнение среднесезонных величин количественного развития фитопланктона в озерах в 2011 г. со средними многолетними данными приведены в табл. 4.12.7.

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.	2010 г.	2011 г.
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1				
$N_{\text{общ}}$, млн орг./л	$1,2 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,6$	$3,2 \pm 3,3$	$3,8 \pm 3,8$
$N_{\text{общ}}$, млн кл./л	$23,6 \pm 17,7$	$29,3 \pm 5,1$	$26,9 \pm 14,5$	$48,4 \pm 50,5$
$B_{\text{общ}}$, мг/л	$1,0 \pm 0,4$	$1,2 \pm 0,3$	$1,6 \pm 0,7$	$1,3 \pm 0,4$
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2				
$N_{\text{общ}}$, млн орг./л	$1,6 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,4$	$2,1 \pm 0,9$	$2,2 \pm 1,6$
$N_{\text{общ}}$, млн кл./л	$30,1 \pm 19,7$	$38,7 \pm 21,1$	$20,5 \pm 32,3$	$66,5 \pm 109,9$
$B_{\text{общ}}$, мг/л	$1,2 \pm 0,6$	$1,1 \pm 0,4$	$1,4 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,7$
Озеро Мястро				
$N_{\text{общ}}$, млн орг./л	$3,3 \pm 1,1$	$3,1 \pm 1,8$	$2,7 \pm 1,3$	$2,2 \pm 1,3$
$N_{\text{общ}}$, млн кл./л	$16,1 \pm 13,2$	$24,1 \pm 12,3$	$41,4 \pm 50,4$	$9,6 \pm 6,4$
$B_{\text{общ}}$, мг/л	$2,2 \pm 0,7$	$4,0 \pm 2,6$	$8,5 \pm 14,5$	$4,1 \pm 5,4$

Показатель	2001–2005 гг.	2006–2010 гг.	2010 г.	2011 г.
Озеро Баторино				
$N_{\text{общ}}$, млн орг/л	21,0±12,8	16,5±3,7	22,1±9,0	16,4±9,9
$N_{\text{общ}}$, млн кл/л	1014,0±654,1	347,1±264,9	102,5±62,2	113,7±105,0
$B_{\text{общ}}$, мг/л	11,3±6,3	8,4±2,9	11,5±5,8	5,3±2,4

Сопоставляя уровень среднесезонных показателей количественного развития фитопланктона 2010 и 2011 гг., можно отметить, что в оз. Нарочь на обоих плесах увеличилась численность клеток, а средняя численность организмов и биомасса остались на прежнем уровне. Для оз. Мястро среднесезонные величины численности клеток и биомассы были значительно ниже величин 2010 г, в два раза снизилась средняя биомасса фитопланктона в оз. Баторино и составила 5,3±2,4 мг/л (минимальное значение за последние пять лет).

4.13. Зоопланктон

Видовой состав зоопланктона Нарочанских озер в 2011 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
<i>Cladocera</i>			
<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)	–	–	+
<i>Alona</i> (O.F. Müller, 1785) sp.	–	+	+
<i>Alonella</i> Sars, 1862 sp.	–	+	–
<i>Alonopsis</i> sp.	–	–	+
<i>Bosmina coregoni</i> (Baird, 1857)	+	+	+
<i>B. longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+	+
<i>B. longispina</i> (Leydig, 1860)	+	+	+
<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)	+	+	+
<i>Copepoda</i>			
<i>Cyclops</i> Müller, 1776 sp.	+	+	+
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljebord, 1888)	+	+	+

Вид	Нарочь	Мястро	Баторино
<i>Rotifera</i>			
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	+	–	–
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imnof, 1891)	+	–	–
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	+	+	+
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	+	–	–
<i>Filinia</i> Bory de St. Vincent, 1824 sp.	+	+	+
<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>P. dolichoptera</i> Idelson, 1925	+	–	–
<i>Trichocerca</i> Lamarck 1801 sp.	–	+	+
<i>Synchaeta</i> Ehrenberg, 1832 sp.	+	+	+
<i>Rotatoria</i> spp.	–	–	+

За вегетационный период в пелагиали озер Нарочь, Мястро и Баторино обнаружено 33 вида зоопланктона (см. табл. 4.13.1), среди которых 2 вида веслоногих ракообразных, 17 видов ветвистоусых и 14 видов коловраток. В оз. Нарочь отмечено 12 представителей кладоцер, 2 – копепод, 12 – коловраток, в оз. Мястро соответственно 13, 2 и 9, в оз. Баторино – 14, 2 и 10 представителей. Специфичными оказались в оз. Нарочь *B. longimanus*, *Daphnia* sp., *B. angularis*, *B. hudsoni*, *E. dilatata*, *P. dolichoptera*, в оз. Мястро – *Alonella* sp., в оз. Баторино – *A. affinis*, *Alonopsis* sp. и *Rotatoria* spp.

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	<i>Cladocera</i>		<i>Copepoda</i>		<i>Rotifera</i>		Суммарная	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1								
IV	2,0	0,03	56,0	0,23	33,0	0,15	91,0	0,42
V	4,0	0,14	60,0	0,46	51,0	0,67	115,0	1,27
VI	18,1	0,57	77,0	1,08	260,0	0,15	355,1	1,80
VII	18,0	0,72	45,0	0,28	92,0	0,07	155,0	1,07
VIII	21,0	0,46	34,0	0,18	31,0	0,05	86,0	0,70
IX	12,0	0,21	17,0	0,09	20,0	0,03	49,0	0,33
X	8,0	0,07	9,0	0,12	7,0	0,02	24,0	0,21
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2								
V	4,0	0,08	99,0	0,81	54,0	0,79	157,0	1,68
VI	20,1	0,45	42,0	0,30	147,0	0,09	209,1	0,84
VII	16,0	0,44	42,0	0,65	83,0	0,05	141,0	1,13
VIII	48,0	1,19	56,0	0,48	26,0	0,03	130,0	1,70

Месяц	<i>Cladocera</i>		<i>Copepoda</i>		<i>Rotifera</i>		Суммарная	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
IX	20,1	0,18	20,0	0,15	19,0	0,03	59,1	0,36
X	5,1	0,06	11,0	0,31	12,0	0,03	28,1	0,41
Озеро Мястро								
V	7,0	0,09	111,0	1,72	74,0	0,24	192,0	2,05
VI	38,0	1,29	67,0	0,68	75,0	0,03	180,0	2,00
VII	32,3	0,35	24,0	0,15	179,0	0,31	235,3	0,81
VIII	42,2	0,66	43,0	0,33	29,0	0,05	114,2	1,04
IX	68,0	1,55	64,0	0,71	35,0	0,03	167,0	2,29
X	58,0	1,50	21,0	0,55	5,0	0,00	84,0	2,05
Озеро Баторино								
V	31,0	0,19	91,0	0,49	150,0	0,76	272,0	1,44
VI	96,5	1,35	124,0	0,75	68,0	0,20	288,5	2,30
VII	133,0	1,44	179,0	1,15	41,0	0,13	353,0	2,72
VIII	155,0	2,37	149,0	0,82	58,0	0,08	362,0	3,28
IX	257,0	5,25	71,0	0,59	88,0	0,09	416,0	5,93
X	99,0	2,60	36,0	0,73	81,0	0,09	216,0	3,41

Максимальная численность и биомасса зоопланктона в в Малом плесе оз. Нарочь отмечена в июне, в Большом плесе отмечено два максимума – в мае и августе.

В озерах Мястро и Баторино максимальные показатели общей численности были в июле и сентябре соответственно. Максимальные показатели биомассы в этих озерах наблюдались в сентябре.

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 (процент) в общей его численности и биомассе в озерах Нарочь, Мястро, Баторино (вегетационный сезон)

Месяц	<i>Cladocera</i>		<i>Copepoda</i>		<i>Rotifera</i>	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
IV	2,2	7,8	61,5	55,9	36,3	36,3
V	3,5	10,8	52,2	36,4	44,3	52,8
VI	5,1	31,7	21,7	59,9	73,2	8,4
VII	11,6	67,4	29,0	26,2	59,4	6,3
VIII	24,4	66,3	39,5	26,0	36,0	7,7
IX	24,5	63,4	34,7	27,6	40,8	9,0
X	33,3	34,8	37,5	54,6	29,2	10,6
Среднее за сезон $\pm SD$	14,9 \pm 12,4	40,3 \pm 25,7	39,4 \pm 13,5	40,9 \pm 15,3	45,6 \pm 15,4	18,7 \pm 18,3
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
V	2,5	4,6	63,1	48,4	34,4	47,0
VI	9,6	54,0	20,1	35,3	70,3	10,7
VII	11,3	39,0	29,8	56,9	58,9	4,0
VIII	36,9	69,9	43,1	28,2	20,0	1,9

Месяц	<i>Cladocera</i>		<i>Copepoda</i>		<i>Rotifera</i>	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
IX	34,0	50,0	33,8	41,9	32,1	8,1
X	18,1	15,9	39,1	77,4	42,7	6,7
Среднее за сезон $\pm SD$	18,7 \pm 13,9	38,9 \pm 24,6	38,2 \pm 14,6	48,0 \pm 17,5	43,1 \pm 18,5	13,1 \pm 16,9
Озеро Мястро						
V	3,6	4,5	57,8	83,8	38,5	11,7
VI	21,1	64,3	37,2	34,1	41,7	1,6
VII	13,7	43,1	10,2	18,6	76,1	38,3
VIII	37,0	63,6	37,7	31,5	25,4	5,0
IX	40,7	67,7	38,3	30,9	21,0	1,4
X	69,0	73,3	25,0	26,7	6,0	0,1
Среднее за сезон $\pm SD$	30,9 \pm 23,3	52,8 \pm 25,8	34,4 \pm 15,8	37,6 \pm 23,3	34,8 \pm 24,0	9,7 \pm 14,6
Озеро Баторино						
V	11,4	13,4	33,5	33,7	55,1	52,9
VI	33,4	58,9	43,0	32,5	23,6	8,6
VII	37,7	52,8	50,7	42,3	11,6	4,9
VIII	42,8	72,4	41,2	25,1	16,0	2,5
IX	61,8	88,5	17,1	9,9	21,2	1,6
X	45,8	76,1	16,7	21,4	37,5	2,5
Среднее за сезон $\pm SD$	38,8 \pm 16,6	60,4 \pm 26,3	33,7 \pm 14,1	27,5 \pm 11,3	27,5 \pm 16,1	12,2 \pm 20,1

В оз. Нарочь доля кладоцер и копепод в среднем для вегетационного сезона в биомассе была довольно близкой в обоих плесах – 40,3–40,9 % и 38,9–48,0 %, доля коловраток была несколько выше в Малом плесе – 18,7 против 13,1 % в Большом. В оз. Мястро количественно преобладали кладоцеры (52,8 %), копеподы составили 37,6, а коловратки 9,7 % от общей биомассы зоопланктона. В оз. Баторино максимальный вклад в биомассу вносили кладоцеры – 60,4, копеподы – 27,5, коловратки 12,2 %.

В среднесезонных значениях численности и биомассы зоопланктона (табл. 4.13.4) в озерах в 2011 г. отмечаются величины, несколько отличные от предыдущих лет.

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 сырого веса/м ³			
2006–2010	2009	2010	2011	2006–2010	2009	2010	2011
Озеро Нарочь*							
120,2 \pm 28,7	90,0 \pm 59,1	114,7 \pm 74,3	122,9 \pm 88,2	0,56 \pm 0,13	0,55 \pm 0,39	0,58 \pm 0,21	0,92 \pm 0,58
Озеро Мястро							
210,8 \pm 38,8	222,4 \pm 154,2	243,0 \pm 163,2	162,1 \pm 54,8	1,44 \pm 0,16	1,41 \pm 0,62	1,21 \pm 0,88	1,71 \pm 0,62
Озеро Баторино							
308,9 \pm 65,8	359,9 \pm 193,9	271,0 \pm 200,6	317,9 \pm 72,3	1,47 \pm 0,52	1,65 \pm 0,76	1,19 \pm 0,79	3,18 \pm 1,53

* Среднее для Малого и Большого плесов.

Численность зоопланктона в озерах Нарочь и Баторино в 2011 г. находилась в пределах средних многолетних величин, в оз. Мястро эта величина несколько ниже, чем в предыдущие годы. В 2011 г. во всех Нарочанских озерах отмечены более высокие показатели биомассы, чем в предыдущие годы.

4.14. Бактериопланктон

В таблице 4.14.1 представлены данные исследования бактериального сообщества за вегетационный сезон 2011 г.

Таблица 4.14.1

Численность, биомасса бактерий и их морфометрические параметры в озерах Нарочанской группы (вегетационный сезон 2011 г.)

Дата	Численность, млн кл./мл		Площадь клетки, мкм ²		Отношение длины к ширине		Длина клетки, мкм	
	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1								
27.04.2011	1,77	0,34	0,23	0,06	1,55	0,13	0,69	0,08
12.05.2011	1,91	0,22	0,23	0,05	1,45	0,11	0,66	0,08
16.06.2011	2,04	0,42	0,25	0,05	1,42	0,11	0,69	0,08
11.07.2011	2,33	0,39	0,24	0,04	1,37	0,09	0,66	0,08
17.08.2011	1,74	0,24	0,31	0,04	1,35	0,11	0,75	0,06
20.09.2011	1,37	0,21	0,24	0,05	1,39	0,13	0,67	0,08
19.10.2011	1,16	0,22	0,29	0,11	1,53	0,22	0,75	0,11
Среднее за сезон $\pm SD$	1,76 \pm 0,43		0,26 \pm 0,03		1,44 \pm 0,08		0,70 \pm 0,04	
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2								
12.05.2011	1,67	0,33	0,24	0,07	1,40	0,11	0,65	0,10
16.06.2011	2,06	0,31	0,24	0,06	1,57	0,13	0,71	0,08
11.07.2011	2,76	0,30	0,24	0,04	1,37	0,06	0,65	0,07
17.08.2011	1,96	0,40	0,21	0,06	1,37	0,09	0,63	0,10
20.09.2011	1,23	0,24	0,23	0,05	1,34	0,09	0,66	0,08
17.10.2011	0,92	0,24	0,25	0,07	1,36	0,12	0,65	0,11
Среднее за сезон $\pm SD$	1,77 \pm 0,65		0,24 \pm 0,01		1,40 \pm 0,08		0,66 \pm 0,03	
Озеро Мястро								
11.05.2011	5,84	1,31	0,23	0,03	1,37	0,07	0,63	0,04
09.06.2011	4,21	0,56	0,20	0,03	1,43	0,07	0,59	0,03
13.07.2011	9,41	1,84	0,44	0,07	1,36	0,08	0,90	0,04
10.08.2011	4,02	0,82	0,21	0,03	1,45	0,09	0,63	0,05
26.09.2011	3,62	0,41	0,21	0,02	1,36	0,06	0,61	0,03
19.10.2011	3,09	0,44	0,20	0,03	1,37	0,07	0,60	0,05
Среднее за сезон $\pm SD$	5,03 \pm 2,34		0,25 \pm 0,09		1,39 \pm 0,04		0,66 \pm 0,12	
Озеро Баторино								
11.05.2011	2,81	0,58	0,36	0,06	1,74	0,22	0,92	0,09
09.06.2011	3,58	1,05	0,36	0,09	1,39	0,08	0,83	0,09

Продолжение табл. 4.14.1

Дата	Численность, млн кл./мл		Площадь клетки, мкм ²		Отношение длины к ширине		Длина клетки, мкм	
	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
10.08.2011	3,57	0,90	0,63	0,17	1,38	0,12	1,06	0,14
26.09.2011	4,39	0,39	0,27	0,06	1,49	0,07	0,73	0,08
19.10.2011	4,75	0,68	0,25	0,01	1,47	0,07	0,70	0,05
Среднее за сезон $\pm SD$	4,38 \pm 1,54		0,38 \pm 0,14		1,48 \pm 0,13		0,86 \pm 0,13	

Продолжение табл. 4.14.1

Дата	Ширина, мкм		Диаметр, мкм		Периметр, мкм		Объем, мкм ³		Биомасса, мг/л	
	<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, Малый плес, Буй-1										
27.04.2011	0,42	0,05	0,52	0,06	1,75	0,24	0,07	0,03	0,11	0,03
12.05.2011	0,44	0,04	0,51	0,06	1,69	0,20	0,06	0,02	0,12	0,05
16.06.2011	0,45	0,04	0,54	0,04	1,80	0,18	0,07	0,02	0,15	0,06
11.07.2011	0,46	0,04	0,52	0,06	1,75	0,20	0,07	0,02	0,16	0,05
17.08.2011	0,54	0,04	0,59	0,05	2,01	0,18	0,10	0,02	0,17	0,03
20.09.2011	0,46	0,06	0,53	0,05	1,73	0,21	0,07	0,02	0,10	0,03
19.10.2011	0,47	0,10	0,58	0,10	1,93	0,35	0,10	0,06	0,11	0,07
Среднее за сезон $\pm SD$	0,47 \pm 0,04		0,54 \pm 0,03		1,81 \pm 0,12		0,08 \pm 0,01		0,13 \pm 0,03	
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2										
12.05.2011	0,44	0,06	0,51	0,07	1,70	0,27	0,07	0,03	0,11	0,04
16.06.2011	0,42	0,03	0,53	0,05	1,76	0,21	0,07	0,02	0,14	0,04
11.07.2011	0,46	0,04	0,51	0,04	1,70	0,15	0,07	0,02	0,19	0,05
17.08.2011	0,43	0,06	0,49	0,06	1,62	0,29	0,06	0,03	0,11	0,05
20.09.2011	0,44	0,05	0,52	0,06	1,68	0,23	0,07	0,02	0,08	0,04
17.10.2011	0,46	0,06	0,53	0,08	1,74	0,28	0,08	0,04	0,07	0,03
Среднее за сезон $\pm SD$	0,44 \pm 0,02		0,52 \pm 0,01		1,70 \pm 0,05		0,07 \pm 0,01		0,12 \pm 0,04	
Озеро Мястро										
11.05.2011	0,46	0,03	0,50	0,03	1,68	0,11	0,06	0,01	0,36	0,09
09.06.2011	0,41	0,04	0,47	0,03	1,54	0,13	0,05	0,01	0,21	0,06
13.07.2011	0,62	0,07	0,71	0,05	2,52	0,17	0,17	0,04	1,59	0,53
10.08.2011	0,43	0,03	0,49	0,03	1,61	0,14	0,05	0,01	0,23	0,08
26.09.2011	0,43	0,02	0,48	0,02	1,57	0,10	0,05	0,01	0,20	0,03
19.10.2011	0,42	0,03	0,47	0,02	1,54	0,13	0,05	0,01	0,16	0,03
Среднее за сезон $\pm SD$	0,46 \pm 0,08		0,52 \pm 0,09		1,74 \pm 0,38		0,07 \pm 0,05		0,46 \pm 0,56	
Озеро Баторино										
11.05.2011	0,48	0,05	0,67	0,08	2,36	0,29	0,13	0,04	0,38	0,14
09.06.2011	0,54	0,07	0,65	0,08	2,22	0,29	0,13	0,05	0,45	0,17
13.07.2011	0,58	0,05	0,71	0,06	2,50	0,26	0,16	0,04	1,21	0,46
10.08.2011	0,72	0,13	0,86	0,13	3,04	0,51	0,31	0,12	1,09	0,48
26.09.2011	0,47	0,05	0,56	0,07	1,89	0,24	0,08	0,03	0,37	0,14
19.10.2011	0,45	0,02	0,54	0,02	1,83	0,08	0,07	0,01	0,35	0,06
Среднее за сезон $\pm SD$	0,54 \pm 0,10		0,67 \pm 0,11		2,31 \pm 0,44		0,15 \pm 0,08		0,64 \pm 0,40	

На Малом и Большом плесах оз. Нарочь численность бактериопланктона по сравнению с подледным периодом возросла незначительно, составив в среднем за вегетационный сезон соответственно $1,76 \pm 0,04$ и $1,77 \pm 0,65$ млн кл./мл. Максимальные концентрации отмечены в июле (рис. 4).

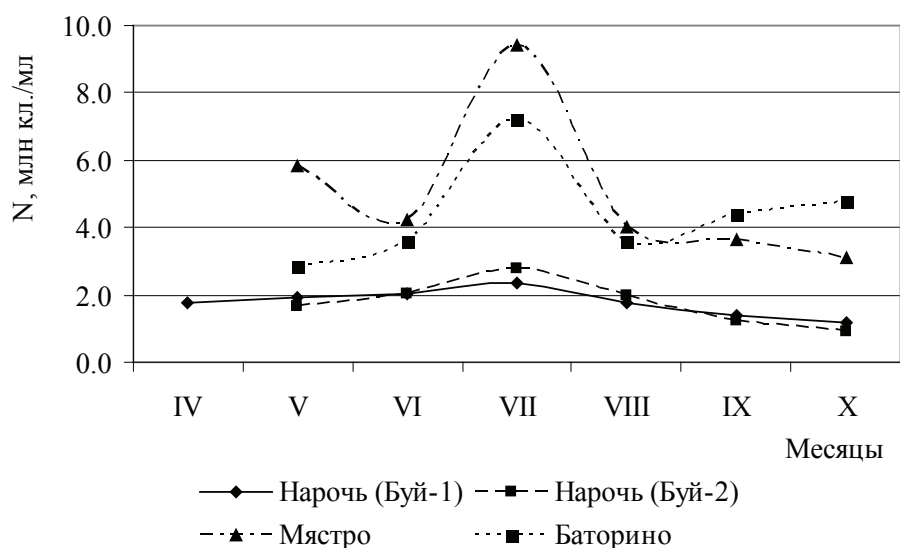


Рис. 4. Сезонный ход численности бактериопланктона в озерах Нарочанской группы

В оз. Мястро в течение всего вегетационного сезона наблюдается необычно высокая для данного типа озера численность бактерий. В среднем для озера она составила $5,03 \pm 2,34$ против $4,38 \pm 1,54$ млн кл./мл в оз. Баторино. Максимум в этих озерах, как и в оз. Нарочь, также приходится на июль – $9,41 \pm 1,84$ и $7,20 \pm 1,05$ млн кл./мл соответственно.

Биомасса бактериопланктона в исследуемых озерах представлена на рис. 5.

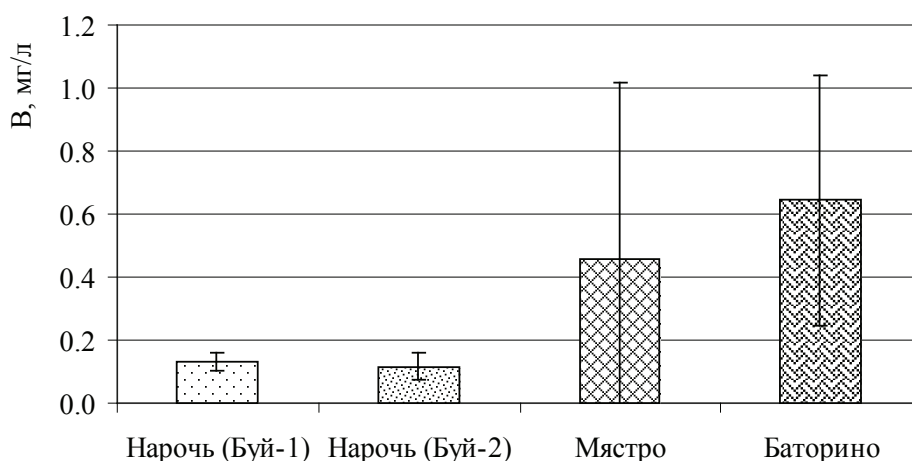


Рис. 5. Биомасса бактериопланктона в озерах Нарочанской группы за вегетационный сезон 2011 г.

В оз. Мястро, несмотря на высокую численность бактерий, биомасса ниже, чем в оз. Баторино, так как объем бактериальных клеток в оз. Баторино значительно больше. На рисунке б представлена частота встречаемости бактерий разного размера в озерах.

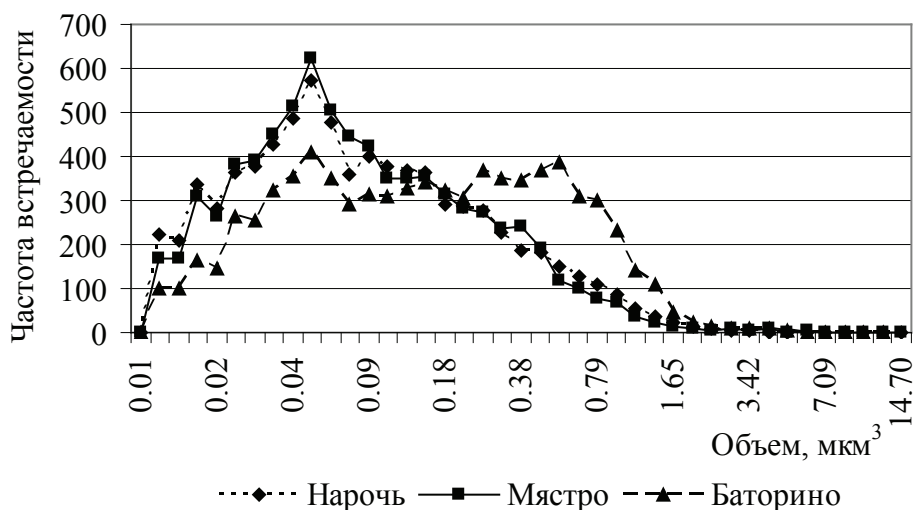


Рис. 6. Частота встречаемости бактериальных клеток разного объема в озерах Нарочь, Мястро и Баторино

Как видим, в озерах Нарочь и Мястро клетки представлены в основном мелкими формами. Максимальное их количество находится в диапазоне 0,05–0,06 мкм³, тогда как в оз. Баторино эти колебания существенно шире – 0,05–0,70 мкм³.

Данные количественного развития бактериопланктона текущего года в сравнении с многолетними представлены в табл. 4.14.2.

Таблица 4.14.2

Численность бактериопланктона (млн кл./мл) в озерах за вегетационный сезон 2011 г. в сравнении с многолетними данными

Месяц	1995–2000 гг.		2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2010 г.	2011 г.
	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>X</i>
Озеро Нарочь (средние величины для Малого и Большого плесов)								
V	0,87	0,36	0,96	0,49	1,72	0,50	1,00	1,98
VI	1,98	1,54	1,37	0,73	1,90	0,58	1,30	1,85
VII	2,13	0,99	1,72	0,69	2,20	0,61	1,70	2,55
VIII	1,95	0,93	1,68	0,54	2,47	0,52	1,75	1,85
IX	1,81	0,84	1,15	0,35	1,87	0,63	1,63	1,30
X	1,44	0,56	0,75	0,02	1,89	0,42	2,04	1,04
Среднее за сезон ± <i>SD</i>	1,70±0,47		1,2±0,39		2,01±0,27		1,57±0,37	1,76±0,53
Озеро Мястро								
V	2,36	1,56	1,85	0,44	2,70	0,94	2,12	5,84
VI	2,67	1,00	2,19	0,60	2,69	0,98	2,50	4,21
VII	3,52	0,50	2,79	0,63	3,02	1,14	3,12	9,41
VIII	4,08	1,44	2,89	0,47	3,84	1,39	4,53	4,02
IX	3,32	2,57	2,14	0,47	3,01	0,98	4,17	3,62
X	2,40	1,36	1,58	0,51	2,97	1,11	4,12	3,09
Среднее за сезон ± <i>SD</i>	3,06±0,69		2,24±0,52		3,04±0,42		3,43±0,99	5,03±2,34

Месяц	1995–2000 гг.		2001–2005 гг.		2006–2010 гг.		2010 г.	2011 г.
	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>X</i>
Озеро Баторино								
V	3,57	2,11	2,94	0,37	3,32	1,81	1,67	2,81
VI	4,99	1,44	3,93	0,97	4,63	1,98	4,47	3,58
VII	5,22	1,14	5,59	0,80	5,20	1,69	6,21	7,20
VIII	6,54	2,85	5,64	1,29	5,86	1,06	5,72	3,57
IX	4,33	1,19	4,48	1,95	4,19	1,54	4,65	4,39
X	3,78	1,51	2,94	0,77	3,64	1,63	2,81	4,75
Среднее за сезон $\pm SD$	4,74 \pm 1,10		4,25 \pm 1,21		4,47 \pm 0,96		4,26 \pm 1,73	4,38 \pm 1,54

Таким образом, изучение бактериального сообщества в 2011 г. показало, что озера Нарочь и Баторино находятся в стабильном состоянии, с незначительными среднегодовыми колебаниями. В оз. Мястро в течение всего вегетационного сезона текущего года отмечены высокие концентрации бактерий, ранее не характерные для данного типа озера.

4.15. Макрозообентос

Отбор макрозообентоса проводился 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. рис. на второй стороне обложки).

В разделе представлены данные по 2010 г. в силу того, что пробы, отобранные в 2011 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 «Бюллетеня» за 2012 г.

Всего в 2010 г. отмечено 120 таксонов бентосных беспозвоночных организмов, из них в оз. Нарочь – 109, в оз. Мястро – 71 и в оз. Баторино – 47.

По сравнению со списком видов в озерах за 2009 г. (опубликованном в выпуске «Бюллетеня»** за 2011 г.) в оз. Нарочь прибавились следующие виды: *Haemopsis sanguisuga* (Linne, 1758); *Planorbis carinatus* (O. F. Müller, 1774); *Theodoxus fluviatilis* (Linne, 1758); *Marstoniopsis steini* (Martens, 1858); *Sialis* (Latreille, 1802) sp.; *Ischnura pumilio* (Charpentier, 1828); *Is. elegans* (van der Linden, 1823); *Libellula quadrimaculata* (Linne, 1758); *Coenagrion vernale* (Charpentier, 1840); *C. puella* (Linne, 1758); *Orthetrum cancellatum* (Linne, 1758); *Ithytrichia lamellaris* (Eaton, 1873); *Athripsodes* (Billberg, 1820) sp.; *Chironomus tentans* (Fabricius, 1805); *Pentapedilum gr. exectum* (Kieffer, 1915); *Endochironomus albipennis* (Meigen, 1830); *Cricotopus gr. silvestris* (Fabricius, 1794); *Harnischia fuscimanus* (Kieffer, 1921); в оз. Мястро: *Euglesa* (Leach in Jenyns, 1832) sp.; *Limnaea palustris* (O. F. Müller, 1774); *Anisus* (Studer, 1820) sp.; *A. vorticulus* (Troschel, 1834); *Valvata piscinalis* (O. F. Müller, 1774); *Ischnura elegans* (van der Linden, 1823); *Orthetrum cancellatum* (Linne, 1758); *Endochironomus albipennis* (Meigen, 1830); *Psectrocladius gr. psilopterus* (Kieffer, 1906);

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

** Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино (2010 год) / А. П. Остапеня [и др.]; под общ. ред. А. П. Остапени. – Минск : БГУ, 2011. – 99 с.

Tanytus punctipennis (Meigen, 1918) и в оз. Баторино: *Valvata piscinalis* (O. F. Müller, 1774); *V. ambigua* (Westerlun, 1873); *V. antiqua* (Sowerby, 1838); *Athripsodes aterrimus* (Stephens, 1836); *Micropsectra praecox* (Meigen, 1818); *Glyptotendipes* gr. *gripekoveni* (Kieffer, 1913); *Polypedilum (Tripodura) scalaenum* (Schraenck, 1803); *Pentapedilum* gr. *exectum* (Kieffer, 1915); *Allochironomus* (Kieffer, 1928) sp.; *Endochironomus* gr. *tendens* (Fabricius, 1794); *En.* gr. *dispar* (Meigen, 1818); *En. albipennis* (Meigen, 1830); *Microtendipes* gr. *chloris* (Meigen, 1818); *Stictochironomus* gr. *histrion* (Fabricius, 1794).

Не были обнаружены, по данным сборов за 2010 г., в оз. Нарочь виды: *Valvata piscinalis* (O. F. Müller, 1774); *V. ambigua* (Westerlun, 1873); *Cloen dipterum* (Linne, 1758); *Ilyocoris cimicoides* (Linne, 1758); *Acilius* (Leach, 1817) sp.; *Phryganea bipunculata* (Retzius, 1783); *Semblis phalaenoides* (Linne, 1758); *Tabanus* (Linne, 1758) sp.; *Tanytarsus* gr. *lobatifrons* (Kieffer, 1914); *T. pedicelliferus* (Birula, 1935); *Cryptochironomus* gr. *pararostratus* (Lenz, 1938); в оз. Мястро: *Planaria* sp.; *Glossiphonia complanata* (Linne, 1758); *Anisus contortus* (Linne, 1758); *Physa fontinalis* (Linne, 1758); *Valvata pulchella* (Studer, 1820); *Gammarus lacustris* (Fabricius, 1776); *Coenagrion* (Kirby, 1890) sp.; *Oreodytes* (Seidlitz, 1887) sp.; *Orthotrichia tetensii* (Kolbe, 1887); *Molanna angustata* (Curtis, 1834); *Tanytarsus* gr. *lobatifrons* (Kieffer, 1914); *Micropsectra praecox* (Meigen, 1818); *Cryptochironomus* gr. *nigridens* (Tshernovskij) sp. n.; *Ablabesmyia* gr. *tetrasticta* (Fries, 1823); *Pelopia punctipennis* (Meigen, 1818); *P. villipennis* (Kieffer, 1918); и в оз. Баторино: *Gordius aquaticus* (Linne); *Piscicola geometra* (Linne, 1761); *Erpobdella nigricollis* (Brandes, 1900); *Anodonta* (Lamarck, 1799) sp.; *Segmentina nitida* (O. F. Müller, 1774); *Valvata cristata* (O. F. Müller, 1774); *V. planorbulina* (Paladilhe, 1867); *Bithynia tentaculata* (Linne, 1758); *Sympetrum flaveolum* (Linne, 1758); *Coenagrion* (Kirby, 1890) sp.; *Caenis horaria* (Linne, 1758); *Cloen dipterum* (Linne, 1758); *Ilyocoris cimicoides* (Linne, 1758); *Nepa cinerea* (Linne, 1758); *Haliphus* (Latreille, 1802) sp.; *Limnophilus* (Leach, 1815) sp.; *Cyrrnus flavidus* (McLachlan, 1864); *Leptocerus tineiformis* (Curtis, 1834); *Cryptochironomus* gr. *viridulus* (Fabricius, 1805); *Pelopia punctipennis* (Meigen, 1818).

Количественные характеристики по основным группам животных бентосного сообщества сведены в табл. 4.15.1 и 4.15.2. В таблице 4.15.3 показано изменение общей плотности и биомассы бентоса на различных глубинах озер.

Величины средневзвешенных биомасс и плотности поселения зообентоса в целом для озер в 2010 г. расположились в следующем порядке: в оз. Нарочь – 14,58 и 2,3; в оз. Мястро – 4,56 и 1,0 и в оз. Баторино – 1,16 г/м² и 0,3 тыс. экз./м² (табл. 4.15.1).

Таблица 4.15.1

Средневзвешенные величины плотности (N, тыс. экз./м²) и биомассы (B, г/м²) макробентоса в 2010 г.

Месяц	Общая		<i>Oligochaeta</i>		<i>Mollusca</i>		<i>Crustacea</i>		<i>Chironomidae</i>		Прочие	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Озеро Нарочь												
VI	2,5	20,35	0,3	0,88	0,9	7,63	0,4	6,75	0,5	0,55	0,4	4,52
VIII	2,4	11,81	0,3	0,65	0,5	6,83	0,4	1,33	0,6	0,60	0,5	2,41
X	2,2	11,58	0,2	0,90	0,4	4,89	0,3	2,02	0,8	1,04	0,6	2,73
Средние	2,3	14,58	0,3	0,81	0,6	6,45	0,4	3,37	0,6	0,73	0,5	3,22
SD	0,1	5,00	0,1	0,10	0,3	1,40	0,1	2,9	0,2	0,30	0,1	1,1
Озеро Мястро												
VI	1,6	4,01	0,10	0,06	0,1	1,84	0,0	0,0	1,3	1,61	0,2	0,50
VIII	0,8	6,88	0,02	0,02	0,2	5,77	0,0	0,0	0,3	0,34	0,2	0,75
X	0,7	2,79	0,04	0,05	0,1	1,39	0,0	0,0	0,4	0,70	0,3	0,65

Месяц	Общая		<i>Oligochaeta</i>		<i>Mollusca</i>		<i>Crustacea</i>		<i>Chironomidae</i>		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>	<i>N</i>	<i>B</i>
Средние	1,0	4,56	0,04	0,04	0,1	3,00	0,0	0,0	0,7	0,88	0,2	0,63
<i>SD</i>	0,5	2,1	0,02	0,02	0,1	2,4	0,0	0,0	0,6	0,70	0,1	0,10
Озеро Баторино												
VI	0,3	1,63	0,02	0,01	0,01	0,36	0,0	0,0	0,2	1,12	0,04	0,14
VIII	0,1	0,79	0,00	0,00	0,01	0,42	0,0	0,0	0,03	0,09	0,1	0,28
X	0,5	1,96	0,001	0,003	0,01	0,52	0,0	0,0	0,4	1,26	0,05	0,17
Средние	0,3	1,46	0,01	0,004	0,01	0,43	0,0	0,0	0,2	0,82	0,05	0,20
<i>SD</i>	0,2	0,6	0,01	0,01	0,003	0,10	0,0	0,0	0,2	0,60	0,02	0,10

В 2010 г. максимум биомассы для трех месяцев наблюдали: для оз. Нарочь в июне – 20,35; в оз. Мястро в августе – 6,88 и оз. Баторино в октябре – 1,96 г/м². Наибольшие значения средневзвешенной плотности животных были в оз. Нарочь и оз. Мястро в июне – 2,5 и 1,6; в оз. Баторино в октябре – 0,5 тыс. экз./м².

Весомую роль в численности бентоса оз. Нарочь играли моллюски и хирономиды; в оз. Мястро и в оз. Баторино – хирономиды и организмы, вошедшие в группу прочие. В биомассе бентоса высокие значения вклада имели в оз. Нарочь моллюски и ракообразные, оз. Мястро и оз. Баторино моллюски и хирономиды (табл. 4.15.2).

Величины средней плотности и биомассы организмов были максимальны в оз. Нарочь на глубинах от 2 до 4 м, в оз. Мястро и оз. Баторино от 1 до 2 м (см. табл. 4.15.3).

Таблица 4.15.2

Относительное участие (процент) основных систематических групп организмов в общей численности (*N*) и биомассе (*B*) макробентоса в 2010 г.

Озеро	<i>Oligochaeta</i>		<i>Mollusca</i>		<i>Crustacea</i>		<i>Chironomidae</i>		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>
Нарочь	11,0	5,6	26,3	44,2	15,3	23,1	25,7	5,0	21,6	22,1
Мястро	4,1	0,9	11,0	65,8	0,0	0,0	64,4	19,4	20,5	13,9
Баторино	2,1	0,3	3,6	29,7	0,0	0,0	76,3	56,4	18,0	13,6

Таблица 4.15.3

Общая плотность (*N*, тыс. экз./м²) и биомасса (*B*, г/м²) макробентоса на различных глубинах озер в 2010 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	7,7	25,0	5,2	22,9	1	0,9	4,6
2–4	9,1	82,5	0,2	1,8	2	0,2	0,5
4–6	0,9	2,5	0,3	1,5	3	0,2	1,2
6–8	0,3	3,1	0,2	0,7	4	0,2	0,9
8–10	0,1	0,5	0,6	2,0	5	0,2	0,7
10–12	0,3	1,2	–	–	–	–	–
12–14	0,2	2,2	–	–	–	–	–
14–16	0,1	0,3	–	–	–	–	–

Из таблицы 4.15.4 видно, что участие хищного бентоса в численности общего наибольшее в оз. Баторино, меньше в оз. Мястро и незначительно в оз. Нарочь. Процент хищников в общей средней биомассе организмов был максимален в оз. Нарочь, меньшим в оз. Баторино и минимален в оз. Мястро.

Таблица 4.15.4

Средняя плотность, биомасса и относительное участие в общей численности (*N*), биомассе (*B*) мирного и хищного макробентоса озер в 2010 г.

Озеро	Макробентос							
	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	2,0	11,05	0,3	3,53	86,3	75,8	13,7	24,2
Мястро	0,8	3,86	0,3	0,70	75,5	84,6	24,5	15,4
Баторино	0,2	1,20	0,1	0,26	70,7	81,9	29,3	18,1

На рисунках 7–9 отображен вклад разных групп организмов в общую биомассу бентоса на разных глубинах в озерах Нарочь, Мястро, Баторино.

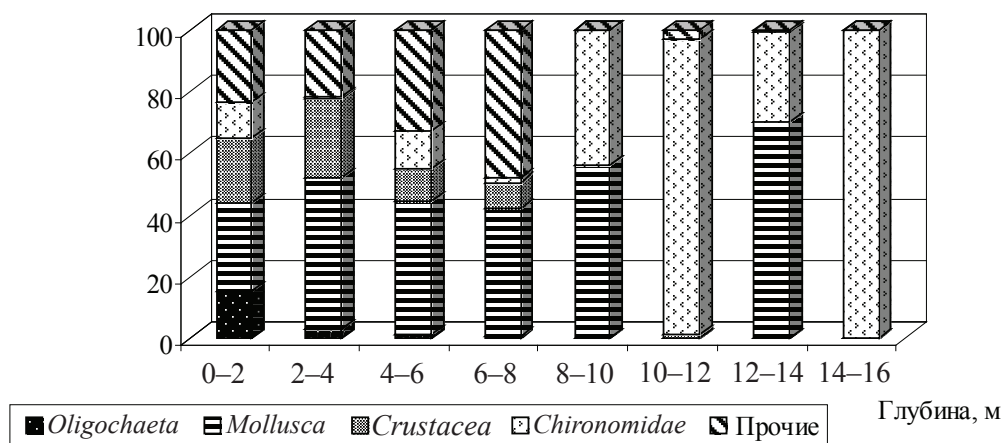


Рис. 7. Относительное участие (процент) основных групп животных в общей биомассе макробентоса на различных глубинах оз. Нарочь в 2010 г.

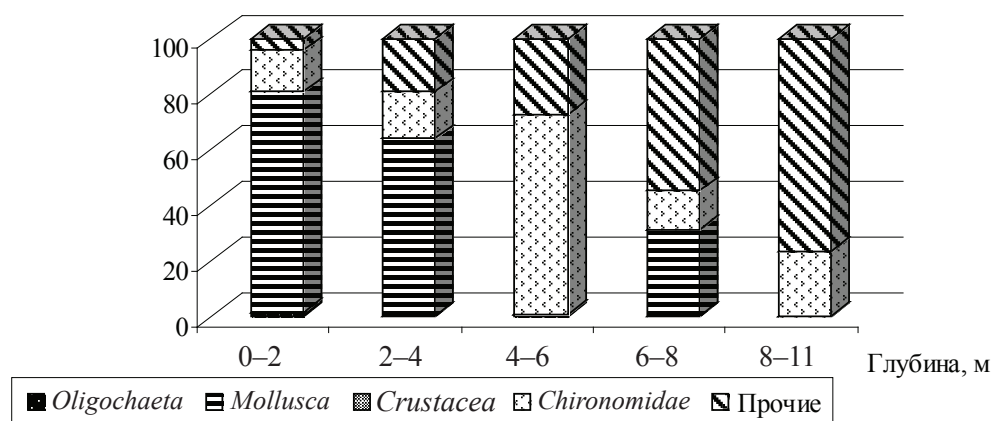


Рис. 8. Относительное участие (процент) основных групп животных в общей биомассе макробентоса на различных глубинах оз. Мястро в 2010 г.

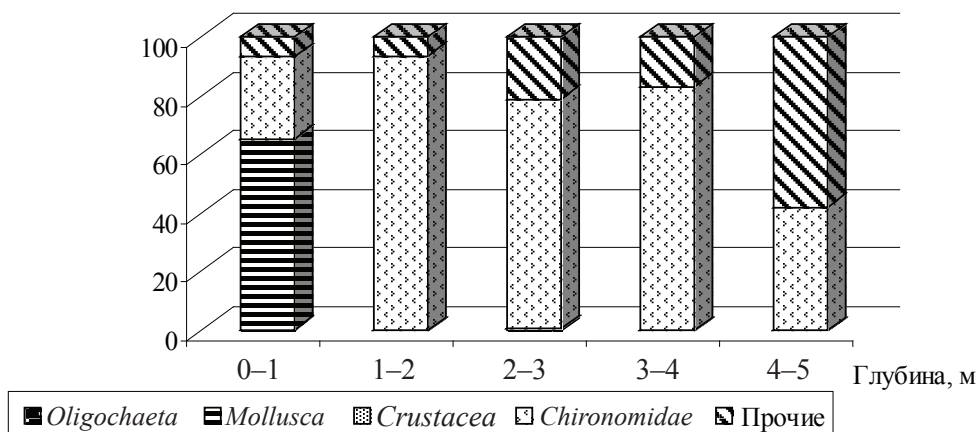


Рис. 9. Относительное участие (процент) основных групп животных в общей биомассе макробентоса на различных глубинах оз. Баторино в 2010 г.

В дночерпательных пробах макрозообентоса отдельно вычленили моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas. В таблице 4.15.5 приведены средние значения плотности и биомассы дрейссены в оз. Нарочь на различных глубинах.

Таблица 4.15.5

Средние величины плотности (N , тыс. экз./м² ($\pm SD$)) и биомассы (B , г/м² ($\pm SD$)) дрейссены по данным дночерпательных проб оз. Нарочь в 2010 г.

Месяц	Глубина, м							
	0-2		3-4		5-6		7-8	
	N	B	N	B	N	B	N	B
VI	0,02	18,30	1,36	180,18	0,28	10,54	0,00	0,00
VIII	0,07	87,82	1,74	204,01	0,00	0,00	0,00	0,00
X	0,12	30,82	0,28	26,37	0,66	13,74	0,02	0,22
Средние	0,07	45,65	1,13	136,85	0,31	8,09	0,01	0,07
SD	0,05	37,06	0,76	96,42	0,33	7,19	0,01	0,13

На озере Мястро дрейссена попадалась в дночерпательных пробах в августе в количестве 3 экз. массой 0,005 г; и в октябре 4 экз. массой 0,06 г; на глубине 0,6–0,9 м у устья протоки Скема. На оз. Баторино в местах отбора количественных проб дрейссена не попадалась.

ГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ДОЗ УФ ИЗЛУЧЕНИЯ, УФ ИНДЕКСА И МАЛЫХ ГАЗОВЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ АТМОСФЕРЫ В РАЙОНЕ ОЗЕРА НАРОЧЬ В 2011 году

Уровни биологически активного ультрафиолетового и видимого приземного солнечного излучения являются компонентами глобального климата. Вариации этих климатических параметров могут привести к нежелательным изменениям биологических процессов, протекающих в водной среде. Поскольку Нарочанские озера ценный рекреационный ресурс, то необходимо отслеживать и информировать население о возможной угрозе негативного воздействия ультрафиолетового излучения.

В 2011 г. на базе УНЦ «Нарочанская биологическая станция им. Г. Г. Винберга» БГУ для оценки факторов, влияющих на режим естественного ультрафиолетового излучения, достигающего поверхности Земли, были выбраны в качестве исследуемых параметров значения ультрафиолетового индекса, суточных доз биологически активного УФ излучения, общего содержания озона (ОСО) и диоксида азота (CO_2) в атмосфере*.

Значимость двуокиси азота в атмосферных процессах определяется, прежде всего, важной ролью азотных составляющих в балансе атмосферного озона. Оксиды азота являются фотохимически-активными газами. NO и NO_2 образуют каталитический цикл разрушения озона, особенно эффективный в стратосфере. В тропосфере, в присутствии достаточного количества долгоживущих летучих органических соединений, NO_2 наоборот ведет к дополнительному образованию озона.

На рис. 10 и в табл. 5.1 представлены результаты измерений значений УФ индекса за период с 01.01.2011 по 31.12.2011 с перерывами на техническое обслуживание и калибровку (с 07.05.2011 по 01.06.2011 и с 27.06.2011 по 18.08.2011).

Значения суточных доз биологически активного УФ излучения приведены на рис. 11 и в табл. 5.2. Отсутствующие измерения за период с 07.05.2011 по 01.06.2011 и с 27.06.2011 по 18.08.2011 дополнены результатами численного моделирования. Модельные расчеты основывались на предположении о незначительности различий ОСО в районе Минска и оз. Нарочь в связи с близким географическим положением двух станций. Для измеренных в г. Минске с помощью спектрорадиометра ПИОН-УФ дневных доз биологически активного УФ излучения была выполнена коррекция, учитывающая разницу фактического состояния облачности в рассматриваемых районах.

Для периода с 19 августа по 9 октября 2011 г. были проведены вычисления общего содержания озона. Используемая методика определения ОСО основана на анализе интегральных спектров энергетической освещенности суммарного солнечного излучения,

* *Атрашевский Ю. И., Венчиков В. Я., Красовский А. Н.* и др. Годовое распределение значений доз УФ излучения и УФ индекса в районе озера Нарочь // Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино (2010 год) / под общ. ред. А. П. Остапени. – Минск : БГУ, 2011. – С. 57–63.

измеренных с помощью автоматизированного двухканального фильтрового УФ фото-метра ПИОН-Ф. Для оценки значения ОСО используется сравнение 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. Особенностью метода является одновременная регистрация излучения из всей небесной полусферы в двух спектральных интервалах полушириной 20 нм. 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. Предварительная селекция данных проводилась по величинам зенитных углов.

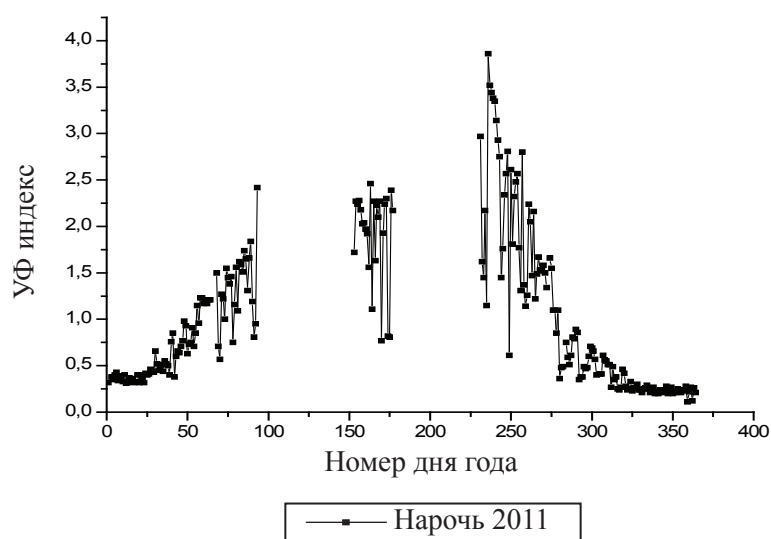


Рис. 10. Результаты измерений УФ индекса в районе оз. Нарочь в 2011 г.

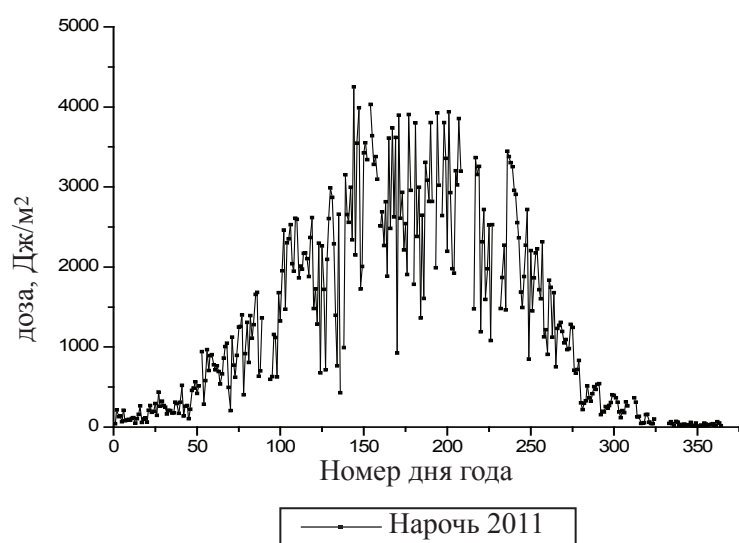


Рис. 11. Значения суточных доз биологически активного УФ излучения в районе оз. Нарочь в 2011 г.

Результаты измерений приведены на рис. 12 и в табл. 5.3. Совпадение вариаций значений ОСО, полученных по данным фотометра ПИОН-Ф, с результатами спутниковых измерений (данные спутника ОМІ)* позволяет говорить о возможности использовать фотометр ПИОН-Ф в качестве измерителя общего содержания озона в атмосфере.

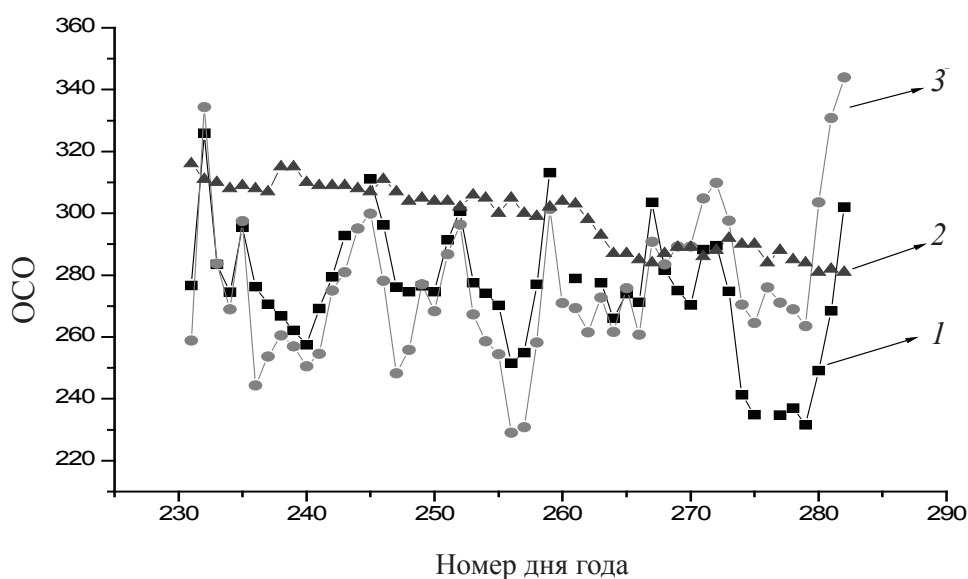


Рис. 12. Значения общего содержания озона за период 19.08.2011–09.10.2011:
 1 – спутниковые измерения, 2 – многолетние средние значения ОСО для Минского региона, 3 – измерения фотометра ПИОН-Ф

В настоящее время для дистанционного мониторинга NO_2 в атмосфере широко используется методика дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии (DOAS)**. В основе DOAS метода лежит применение уравнения Бугера – Ламберта – Бера в следующем виде:

$$I(\lambda) = I_0(\lambda) \cdot \exp\left(-\sum_{i=0}^{k-1} \sigma_i(\lambda) \cdot X_i + \sigma_R(\lambda) \cdot X_R + \sigma_{SC}(\lambda) \cdot X_{SC}\right), \quad (1)$$

где $I_0(\lambda)$ – внеатмосферный солнечный спектр, $I(\lambda)$ – спектр излучения в конце пути, $\sigma_i(\lambda)$ – сечение поглощения i -й газовой микропримеси, c_i – концентрация i -й газовой микропримеси. Вводится понятие наклонного содержания i -й газовой микропримеси: $X_i = c_i \cdot L$. Его понимают как число молекул i -й газовой микропримеси, приходящееся на трубку сечением 1 см^2 вдоль наиболее вероятного из всех возможных путей луча света L , попавших в спектрограф. Ринк-эффект и рэлеевское рассеяние представляются как две дополнительные микропримеси с сечениями поглощения $\sigma_R(\lambda)$ и $\sigma_{SC}(\lambda)$ и наклонными содержаниями X_R и X_{SC} соответственно.

* http://toms.gsfc.nasa.gov/teacher/ozone_overhead_v8.html

** Platt U. Differential Optical Absorption Spectroscopy Principles and Applications. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. – 597 p.

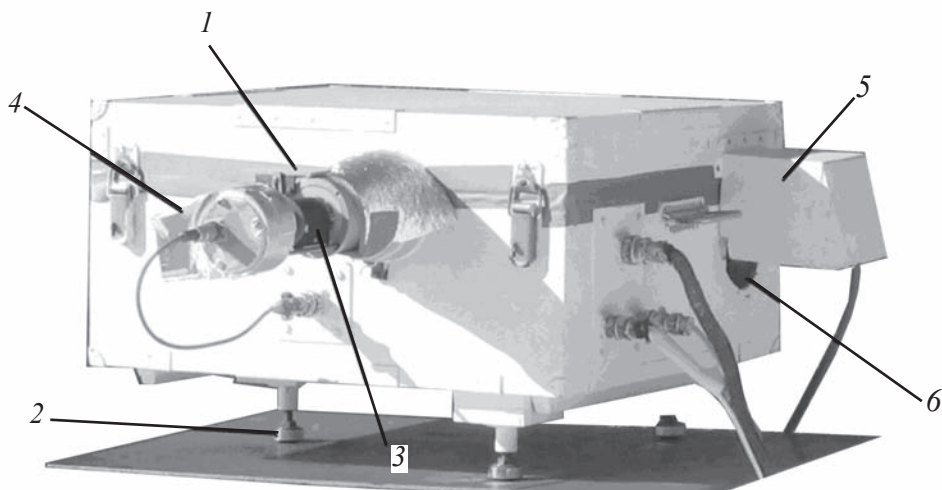


Рис. 13. Автоматизированная установка для измерений NO_2 в атмосфере: 1 – площадка уровня, 2 – регулируемая опора, 3 – входной оптико-механический узел, 4 – вертикальный привод входного оптико-механического узла, 5 – защитный кожух ПЗС матрицы, 6 – система вентиляции ПЗС матрицы

Решается система уравнений вида (1) относительно наклонных содержаний X_i . Для получения содержаний примеси в вертикальном столбе требуется привлечение модели переноса излучения.

В нашем случае данная методика реализована при помощи спектрографа изображения Oriel 257, регистрирующего спектры рассеянного из зенита солнечного излучения в диапазоне 430–450 нм. Внешний вид прибора представлен на рис. 13.

На рис. 14 приведены относительные наклонные содержания двуокиси азота, полученные из спектров, зарегистрированных на биостанции Нарочь в период с 19.08.2011 по 22.08.2011. Погода в эти дни была неустойчивая, с переменной облачностью. Так как наклонные содержания, полученные при разных углах возвышения, расположены близко друг к другу, то можно сделать вывод, что абсолютное значение концентрации двуокиси азота невелико. Так же следует отметить, что за четыре дня наблюдений, содержание двуокиси азота не изменялось. Отдельно было определено содержание двуокиси азота в опорном спектре. Эта величина составила $3,0 \cdot 10^{15} \pm 0,05 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$. Для сравнения, в Минске за двухлетний период наблюдений средние колебания общих содержаний двуокиси азота лежат в пределах $3 \cdot 10^{15} \dots 8 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$.

В вегетационный период 2011 г. значения суточных доз биологически активного УФ излучения варьировали в пределах от 1,0 кДж в апреле и сентябре и до 4,0 кДж в летние месяцы. Типичные значения в летний период составили 3,5–4,0 кДж.

Среднеквадратичное отклонение измеренных значений общего содержания озона (ОСО) в районе оз. Нарочь от многолетних средних значений ОСО для Минского региона за период с 19.08.2011 по 9.10.2011 составило ~ 35 ЕД (около 10 %). Таким образом, в дальнейшем планируется наладить регулярные измерения ОСО на биостанции Нарочь для уточнения прогноза УФ индекса, так как на данном этапе прогнозирования используются значения ОСО, полученные на Минской озонметрической станции.

В летний период значения диоксида азота в атмосфере Нарочанского региона составляет $3,0 \cdot 10^{15} \pm 0,05 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$, что соответствует нижнему пределу изменений NO_2 в Минском регионе.

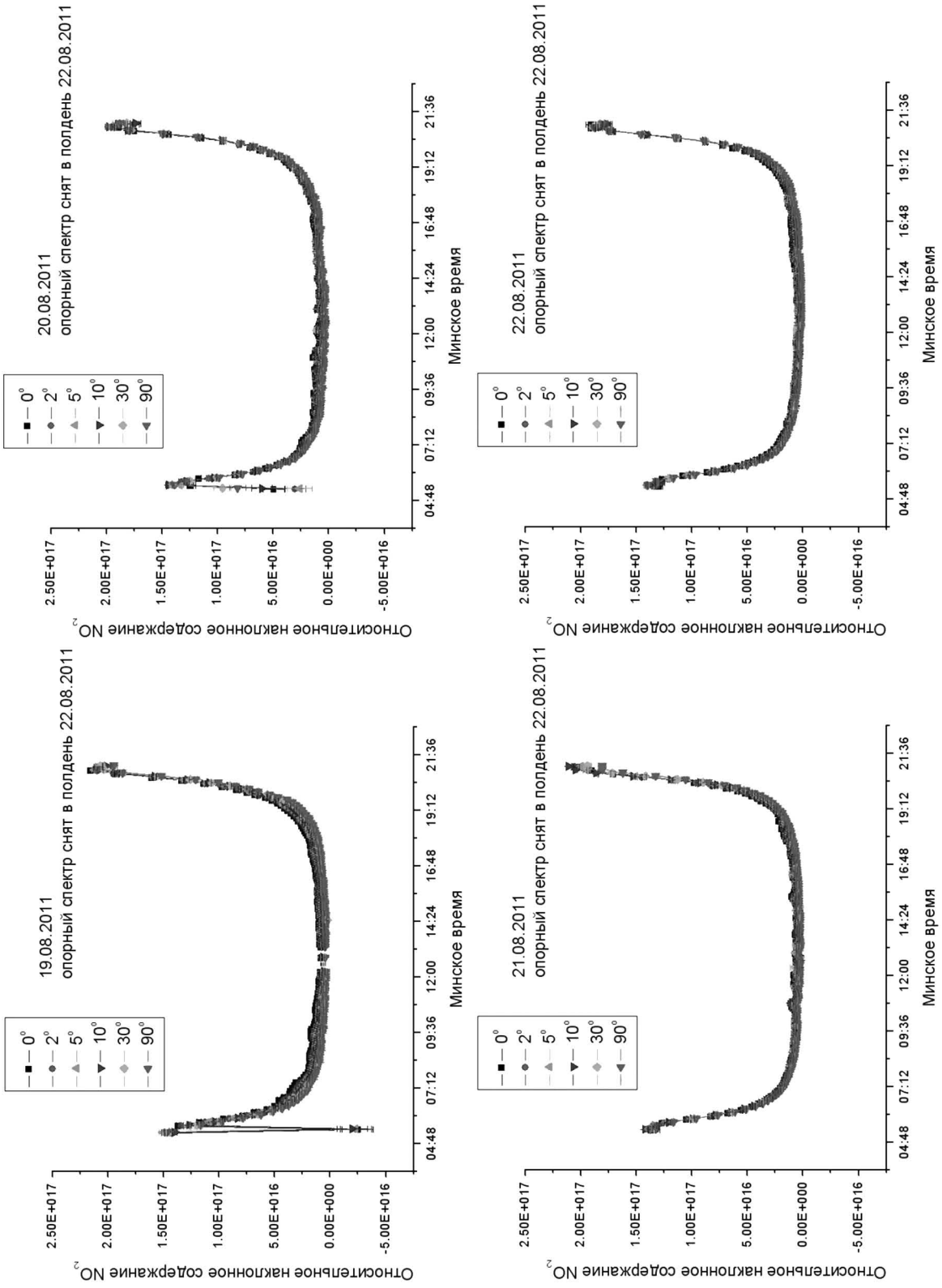


Рис. 14. Наклонные содержания двуокиси азота на биостанции Нарочь за период 19–22 августа 2011 г.

Таблица 5.1

Значения УФ индекса (УФИ) в районе оз. Нарочь в 2011 г.

Дата	УФИ	Дата	УФИ	Дата	УФИ	Дата	УФИ	Дата	УФИ	Дата	УФИ
01.01	0,3	13.02	0,7	30.03	1,8	28.08	3,4	11.10	0,8	23.11	0,3
03.01	0,4	14.02	0,6	31.03	1,2	29.08	3,1	12.10	0,6	24.11	0,3
04.01	0,4	15.02	0,7	01.04	0,8	30.08	2,9	13.10	0,5	25.11	0,2
05.01	0,4	16.02	0,8	02.04	1,0	31.08	2,8	14.10	0,6	26.11	0,2
06.01	0,4	17.02	1,0	03.04	2,4	01.09	1,5	15.10	0,8	27.11	0,2
07.01	0,3	18.02	0,9	04.04	0,0	02.09	1,8	16.10	0,8	28.11	0,3
08.01	0,4	19.02	0,6	05.04	0,3	03.09	2,3	17.10	0,9	29.11	0,3
09.01	0,4	20.02	0,7	06.04	0,3	04.09	2,6	18.10	0,9	30.11	0,3
10.01	0,3	21.02	0,8	02.06	1,7	05.09	2,8	19.10	0,4	01.12	0,3
11.01	0,4	22.02	0,9	03.06	2,3	06.09	0,6	20.10	0,4	02.12	0,2
12.01	0,3	23.02	0,7	04.06	2,2	07.09	2,6	21.10	0,4	03.12	0,3
13.01	0,3	24.02	0,9	05.06	2,3	08.09	1,8	22.10	0,5	04.12	0,3
14.01	0,4	25.02	1,2	06.06	2,2	09.09	2,3	23.10	0,5	05.12	0,2
15.01	0,4	26.02	1,0	07.06	2,0	10.09	2,5	24.10	0,5	06.12	0,2
16.01	0,4	27.02	1,2	08.06	2,0	11.09	2,6	25.10	0,6	07.12	0,2
17.01	0,3	28.02	1,2	09.06	2,0	12.09	1,8	26.10	0,7	08.12	0,2
18.01	0,3	01.03	1,2	10.06	1,9	13.09	1,3	27.10	0,7	09.12	0,2
19.01	0,4	02.03	1,2	11.06	1,6	14.09	2,8	28.10	0,7	10.12	0,2
20.01	0,3	03.03	1,2	12.06	2,5	15.09	1,4	29.10	0,6	11.12	0,2
21.01	0,4	04.03	1,2	13.06	1,1	16.09	1,1	30.10	0,4	12.12	0,3
22.01	0,4	05.03	1,2	14.06	2,3	17.09	1,3	01.11	0,4	13.12	0,2
23.01	0,3	09.03	1,5	15.06	1,6	18.09	2,2	02.11	0,4	14.12	0,2
24.01	0,4	10.03	0,7	16.06	2,2	19.09	2,1	03.11	0,6	15.12	0,3
25.01	0,4	11.03	0,6	17.06	2,1	20.09	1,5	04.11	0,6	17.12	0,2
26.01	0,4	12.03	1,3	18.06	2,3	21.09	2,2	05.11	0,6	18.12	0,2
27.01	0,5	13.03	1,2	19.06	0,8	22.09	1,2	06.11	0,5	19.12	0,2
28.01	0,4	14.03	1,0	20.06	1,9	23.09	1,5	07.11	0,5	20.12	0,3
29.01	0,4	15.03	1,6	21.06	2,2	24.09	1,7	08.11	0,3	21.12	0,2
30.01	0,7	16.03	1,5	22.06	2,3	25.09	1,5	09.11	0,5	22.12	0,2
31.01	0,5	17.03	1,4	23.06	0,8	26.09	1,5	10.11	0,4	23.12	0,2
01.02	0,5	18.03	1,5	24.06	0,8	27.09	1,6	11.11	0,4	24.12	0,2
02.02	0,5	19.03	0,8	25.06	2,4	28.09	1,5	12.11	0,3	25.12	0,3
03.02	0,5	20.03	1,2	26.06	2,2	29.09	1,3	13.11	0,2	26.12	0,1
04.02	0,4	21.03	1,6	19.08	3,0	01.10	1,7	14.11	0,3	27.12	0,2
05.02	0,6	22.03	1,1	20.08	1,6	02.10	1,6	15.11	0,5	28.12	0,3
06.02	0,5	23.03	1,6	21.08	1,5	03.10	1,1	16.11	0,4	29.12	0,1
07.02	0,5	24.03	1,6	22.08	2,2	04.10	1,1	17.11	0,3	30.12	0,3
08.02	0,4	25.03	1,5	23.08	1,2	05.10	0,9	18.11	0,2	31.12	0,2
09.02	0,8	26.03	1,7	24.08	3,9	06.10	1,1	19.11	0,3		
10.02	0,9	27.03	1,7	25.08	3,5	07.10	0,4	20.11	0,3		
11.02	0,4	28.03	1,3	26.08	3,4	08.10	0,5	21.11	0,2		
12.02	0,6	29.03	1,7	27.08	3,4	09.10	0,5	22.11	0,3		

Таблица 5.2

**Значения суточных биологически активных доз (Дж/м²) в районе оз. Нарочь
за 2011 г.**

Дата	Доза	Дата	Доза	Дата	Доза	Дата	Доза	Дата	Доза	Дата	Доза
01.01	41	27.02	894	28.04	2368	26.06	3904	04.09	2274	30.10	188
02.01	216	28.02	906	29.04	2619	27.06	2958	05.09	2719	31.10	117
03.01	129	01.03	779	30.04	1483	29.06	1785	06.09	852	01.11	207
04.01	140	02.03	714	01.05	1727	30.06	3800	07.09	2207	02.11	181
05.01	66	03.03	765	02.05	1287	01.07	2382	08.09	1454	03.11	314
06.01	209	04.03	696	03.05	2297	02.07	2997	09.09	1865	04.11	267
07.01	81	05.03	538	04.05	676	03.07	1362	10.09	2177	08.11	365
08.01	88	06.03	667	05.05	2266	04.07	2648	11.09	2227	09.11	312
09.01	98	07.03	865	06.05	1722	05.07	1607	12.09	1716	10.11	125
10.01	88	08.03	1008	07.05	715	06.07	3308	13.09	1603	11.11	135
11.01	109	09.03	1049	08.05	2096	07.07	3084	14.09	2315	12.11	48
12.01	116	10.03	499	09.05	2605	08.07	2821	15.09	1130	13.11	52
13.01	52	11.03	207	10.05	2988	09.07	3806	16.09	1214	14.11	54
14.01	107	12.03	1124	11.05	2870	10.07	2820	17.09	907	15.11	156
15.01	160	13.03	774	12.05	2290	12.07	1990	18.09	1836	16.11	158
16.01	265	14.03	623	13.05	1398	13.07	3926	19.09	1745	17.11	63
17.01	57	15.03	896	14.05	765	14.07	3021	20.09	1124	18.11	47
18.01	100	16.03	1250	15.05	2660	16.07	2641	21.09	1679	19.11	43
19.01	113	17.03	1259	16.05	429	17.07	3804	22.09	755	20.11	103
20.01	62	18.03	1403	18.05	993	18.07	3357	23.09	1234	29.11	46
21.01	209	19.03	403	19.05	3154	19.07	2196	24.09	1271	30.11	66
22.01	270	20.03	918	20.05	2655	20.07	3938	25.09	1308	01.12	44
23.01	185	21.03	1311	21.05	2558	21.07	2928	26.09	1196	02.12	18
24.01	196	22.03	806	22.05	2999	22.07	1978	27.09	1051	03.12	72
25.01	294	23.03	1395	23.05	2338	23.07	1925	28.09	1096	04.12	62
26.01	145	24.03	1110	24.05	4252	24.07	3201	29.09	969	05.12	16
27.01	438	25.03	1281	25.05	2152	25.07	3025	30.09	981	06.12	33
28.01	260	26.03	1656	26.05	3548	26.07	3855	01.10	1282	07.12	18
29.01	326	27.03	1685	27.05	3988	27.07	3198	02.10	1245	08.12	37
30.01	270	28.03	637	28.05	1726	04.08	1478	03.10	711	09.12	22
31.01	249	29.03	702	29.05	2007	05.08	3369	04.10	674	10.12	28
01.02	165	30.03	1365	30.05	3425	06.08	3156	05.10	722	11.12	27
02.02	209	04.04	599	31.05	3553	07.08	3256	06.10	834	12.12	60
03.02	207	05.04	630	01.06	3341	08.08	1189	07.10	305	13.12	12
04.02	176	06.04	1157	03.06	4034	09.08	2314	08.10	220	14.12	23
05.02	178	07.04	1118	04.06	3639	10.08	2718	09.10	299	15.12	49
06.02	311	08.04	626	05.06	3283	11.08	1593	10.10	330	16.12	11
07.02	293	09.04	1680	06.06	3380	12.08	1978	11.10	514	17.12	9
08.02	172	10.04	1325	07.06	3098	13.08	2525	12.10	364	18.12	26

Окончание табл. 5.2

Дата	Доза	Дата	Доза	Дата	Доза	Дата	Доза	Дата	Доза	Дата	Доза
09.02	310	11.04	1954	09.06	2512	14.08	1082	13.10	324	19.12	15
10.02	521	12.04	2463	10.06	2691	15.08	2530	14.10	418	20.12	52
11.02	139	13.04	1472	11.06	2269	20.08	1479	15.10	507	21.12	39
12.02	263	14.04	2302	12.06	2817	21.08	1869	16.10	470	22.12	20
13.02	269	15.04	2352	13.06	1887	22.08	2274	17.10	532	23.12	30
14.02	105	16.04	2530	14.06	3610	23.08	1463	18.10	543	24.12	34
15.02	221	17.04	2042	15.06	2484	24.08	3448	19.10	156	25.12	44
16.02	460	18.04	1950	16.06	3736	25.08	3381	20.10	198	26.12	24
17.02	487	19.04	2609	17.06	2627	26.08	3303	21.10	189	27.12	23
18.02	563	20.04	2598	18.06	3619	27.08	3255	22.10	256	28.12	69
19.02	419	21.04	1863	19.06	924	28.08	2958	23.10	236	30.12	52
20.02	514	22.04	2013	20.06	3898	29.08	2910	24.10	268	31.12	17
22.02	942	23.04	1973	21.06	2609	30.08	2553	25.10	308		
23.02	286	24.04	2173	22.06	2935	31.08	2366	26.10	404		
24.02	579	25.04	2174	23.06	2213	01.09	1689	27.10	396		
25.02	970	26.04	2105	24.06	2544	02.09	1493	28.10	366		
26.02	708	27.04	1883	25.06	1906	03.09	1881	29.10	313		

Таблица 5.3

**Значения общего содержания озона (ОСО) в районе оз. Нарочь за период
с 19.08.2011 по 09.10.2011**

Дата	ОСО	Дата	ОСО	Дата	ОСО	Дата	ОСО
19.08.2011	259	01.09.2011	295	14.09.2011	231	27.09.2011	289
20.08.2011	334	02.09.2011	300	15.09.2011	258	28.09.2011	305
21.08.2011	284	03.09.2011	278	16.09.2011	301	29.09.2011	310
22.08.2011	269	04.09.2011	248	17.09.2011	271	30.09.2011	298
23.08.2011	297	05.09.2011	256	18.09.2011	269	01.10.2011	271
24.08.2011	244	06.09.2011	277	19.09.2011	261	02.10.2011	265
25.08.2011	254	07.09.2011	268	20.09.2011	273	03.10.2011	276
26.08.2011	260	08.09.2011	287	21.09.2011	262	04.10.2011	271
27.08.2011	257	09.09.2011	296	22.09.2011	276	05.10.2011	269
28.08.2011	251	10.09.2011	267	23.09.2011	261	06.10.2011	264
29.08.2011	255	11.09.2011	259	24.09.2011	291	07.10.2011	304
30.08.2011	275	12.09.2011	254	25.09.2011	284	08.10.2011	331
31.08.2011	281	13.09.2011	229	26.09.2011	289	09.10.2011	344

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ОЗЕРА НАРОЧЬ

Озеро Нарочь и примыкающая к нему территория является уникальным природным объектом, в пределах которого сосредоточены большие запасы подземных пресных и минеральных вод. Особенность режима подземных вод обусловлена тем, что его питание осуществляется в водораздельной зоне. Это, в свою очередь, обуславливает многолетний цикл уровня режима грунтовых вод, а также вод межморенных отложений.

Гидрогеологические условия района определяются геологическим строением платформы с мощными осадочными отложениями и особенностями умеренно-континентальной зоны со значительным увлажнением. Дренирующими системами в районе являются долины крупных рек и многочисленные озерные котловины. В целом геолого-гидрогеологические условия территории способствуют формированию значительных запасов пресных вод с хорошими питьевыми качествами. Подземный сток направлен в сторону Прибалтийского гидрогеологического бассейна, обеспечивая активную циркуляцию потока подземных вод благодаря постоянному питанию атмосферными осадками. Существующие водоносные горизонты и комплексы обладают устойчивой гидравлической связью за счет благоприятных условий циркуляции подземных вод.

Пресные подземные воды служат основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения региона. Главными потребителями ресурсов пресных вод являются коммунальное хозяйство, местная промышленность и сельское хозяйство. За последние годы заметно возросли объемы добычи и использования пресных питьевых подземных вод из гидродинамической зоны активного водообмена, с которой связана зона пресных вод. Воды зоны активного водообмена характеризуются невысокой минерализацией (до 0,5 мг/л) и преимущественно гидрокарбонатным кальциевым, реже магниевым-кальциевым составом.

Минеральные воды, добываемые на этой территории, связаны с гидродинамической зоной замедленного водообмена, которая охватывает нижнекембрийские и верхнепротерозойские отложения, а также трещиноватую зону пород кристаллического фундамента архей-нижнепротерозойского возраста. Минеральные воды, благодаря своему лечебному воздействию на организм человека, широко применяются в бальнеологической практике пяти курортных и санаторно-профилактических учреждений, расположенных вокруг оз. Нарочь. Разведанные минеральные воды относятся к двум бальнеологическим группам: питьевым лечебно-столовым (в основном сульфатно-хлоридно-натриевые с минерализацией 4,0–6,6 г/л) и водам для наружных бальнеопроцедур с высокой минерализацией (до 12,2–18,8 г/дм³).

Единая экосистема подземных и поверхностных вод создает основу, на которой развиваются все биосферные процессы района. Мониторинг состояния экосистемы, включая гидродинамический режим, является ключевым в планировании и осуществлении рационального природопользования. В пределах водосборной территории оз. Нарочь гидродинамические наблюдения осуществляются на пунктах мониторинга, включающих скважины для мониторинга грунтовых вод и водоносных горизонтов и комплексов четвертичного межморенного, девонского и ордовикского периодов.



Рис. 15. Схема расположения скважин № 101-Пс и № 103-Пс в районе д. Теляки

На территории геофизической обсерватории «Нарочь» непрерывные гидродинамические наблюдения за уровнем подземных вод проводятся по двум наблюдательным скважинам № 101-Пс и № 103-Пс (рис. 15). Эти скважины были пробурены и оборудованы в 1988 г. для проведения специальных гидрогеологических работ.

Замеры уровня в скважинах проводились вручную с использованием рулетки. С 2007 г. на скважине № 103-Пс проводились автоматизированные измерения уровня подземных вод на основе разработанного уровнемера и системы регистрации. Одновременно с замерами уровня подземных вод регистрировались значения атмосферного давления, которые использовались для расчета барометрической эффективности скважины.

Наблюдательная скважина № 101-Пс глубиной 543 м оборудована на водоносном комплексе пород трещиноватой зоны кристаллического фундамента архей-нижнепротерозойского возраста. Водовмещающие породы представлены розово-серым массивным гранитом, участками трещиноватым. Водоприемная часть скважины – открытый ствол (бесфильтровая скважина) в интервале глубин 528–543 м. Воды комплекса обладают напором. Пьезометрический уровень установился на глубине 29,6 м ниже дневной поверхности. Водообильность пород водоносного комплекса чрезвычайно низкая. Дебит скважины составляет всего 0,09 л/с при понижении уровня на 170,9 м, удельный дебит 0,00052 л/с. Полученные воды имеют хлоридный натриевый состав с нейтральной реакцией (рН 7,2) и минерализацию 18,6 г/дм³. Стратиграфическая колонка для этой скважины представлена на рис. 16.

Регулярные наблюдения на скважине № 101-Пс проводятся с 24.01.1990, уровень подземных вод был зафиксирован на отметке – 29,595 м. Значения уровня подземных вод за период 1990–2011 гг. по скважине № 101-Пс приведены в табл. 6.1. Долговременное снижение уровня подземных вод с 1990 г. до 2003 г. сменилось его подъемом с примерно одинаковой динамикой изменения.

Наблюдательная скважина № 103-Пс глубиной 200,0 м вскрывает водоносный горизонт нижнеордовикской терригенно-карбонатной толщи, залегающей в интервале 192,2–199,6 м. Водовмещающими породами являются известняки плотные окварцованные с прослоями глины и песчаник на карбонатном цементе. Воды горизонта напорные. Пьезометрический уровень установился на глубине 25,0 м от поверхности земли. Дебит скважины составляет 2,46 л/с при понижении уровня на 37,75 м, удельный дебит 0,065 л/с. Вскрытые скважиной подземные воды пресные с минерализацией 0,42 г/дм³. Их химический состав хлоридно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый-натриевый со щелочной реакцией (рН 8,3). Стратиграфическая колонка приведена на рис. 17.

Глубина (м)	Геологический индекс	Глубина слоя, м		Мощность, м	Конструкция скважины и литология	Описание пород			
		от	до						
20	Q	0,0	93,0	93,0	349 мм	Супеси моренные, плотные, грубые с гравием и галькой > 20%.			
40					273 мм	Песчано-гравийно-галечниковый материал с валунами изверженных и метаморфических пород.			
60					168 мм	Песок мелкозернистый, глинистый			
80					114 мм	Супесь моренная плотная с гравием			
100	D ₁ pr-pr	93,0	156,0	63,0	117,0 мм	Глина плотная, аргиллитоподобная.			
120					244,5 мм	Мергель плотный. Доломит плотный.			
160	O ₁₊₃	156,0	200,0	44,0		Известняк плотный, в верхней части кавернозный, к низу слоя с прослоями глины аргиллитоподобной.			
180									
200	Є ₁ b ₁₊₂	200,0	309,0	109,0		Глина аргиллитоподобная с прослоями алевролита плотного, участками окварцованного, к низу слоя прослой песчаников мелкозернистых кварцевых.			
220									
240									
260									
300					1306,5 мм				
320	PR ₂ V	309,0	527,0	218,0		Алевролиты плотные.			
340									Песчаники мелкозернистые и разнозернистые, участками кварцевые.
360								146 мм	
380									
400									
420									
440									
460									
480									
500									
520									
540	AR+ PR ₁	527,0	543,0	16,0	76 мм	Гранит мелкозернистый, местами трещиноватый			
					528 мм				
					543 мм				

Рис. 16. Стратиграфическая колонка скважины № 101-Пс

Значения уровня подземных вод в скважине № 101-Пс за период 1990–2011 гг.

Месяц, год	Среднемесячные значения, м												Среднегодовые значения, м		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее	Минимальное	Максимальное
1990	29,595	29,601	29,601	29,699	29,687	29,649	29,647	29,650	29,643	29,689	29,687	29,715	29,655	29,595	29,715
1991	29,714	29,739	29,765	29,782	29,741	29,734	29,396	30,212	29,817	29,750	29,803	29,805	29,772	29,396	30,212
1992	29,847	29,716	29,712	29,683	29,732	29,753	29,841	29,886	29,930	29,962	29,946	29,910	29,827	29,683	29,962
1993	29,902	29,856	29,829	29,828	29,859	29,868	29,936	29,963	29,960	29,977	30,089	30,015	29,924	29,828	30,089
1994	29,956	29,996	29,947	29,973	29,986	29,982	30,031	30,041	30,045	30,075	30,061	30,085	30,015	29,947	30,085
1995	30,067	30,014	30,053	30,051	30,079	30,106	30,130	30,167	30,177	30,198	30,165	30,227	30,120	30,014	30,227
1996	30,239	30,173	30,203	30,180	30,168	30,197	30,177	30,238	30,226	30,256	30,224	30,220	30,208	30,168	30,256
1997	30,235	30,193	30,213	30,177	30,199	30,189	30,206	30,251	30,251	30,212	30,255	30,250	30,219	30,177	30,255
1998	30,238	30,209	30,224	30,200	30,223	30,222	30,187	30,222	30,249	30,248	30,240	30,249	30,226	30,187	30,249
1999	30,231	30,197	30,208	30,231	30,255	30,291	30,327	30,326	30,368	30,355	30,366	30,301	30,288	30,197	30,368
2000	30,313	30,280	30,274	30,273	30,317	30,332	30,327	30,335	30,344	30,364	30,344	30,328	30,319	30,273	30,364
2001	30,319	30,285	30,302	30,319	30,333	30,341	30,353	30,376	30,321	30,373	30,322	30,355	30,333	30,285	30,376
2002	30,313	30,250	30,329	30,366	30,350	30,351	30,379	30,417	30,426	30,393	30,384	30,460	30,368	30,250	30,460
2003	30,363	30,416	30,425	30,378	30,374	30,365	30,382	30,392	30,392	30,378	30,406	30,349	30,383	30,349	30,425
2004	30,316	30,304	30,335	30,356	30,232	30,253	30,249	30,286	30,297	30,330	30,274	30,282	30,293	30,232	30,356
2005	30,214	30,242	30,174	30,225	30,200	30,216	30,223	30,191	30,250	30,268	30,261	30,166	30,219	30,166	30,268
2006	30,258	30,189	30,163	30,159	30,193	30,174	30,218	30,162	30,152	30,161	30,119	30,168	30,176	30,119	30,258
2007	30,080	30,109	30,114	30,119	30,095	30,109	30,098	30,150	30,177	30,180	30,125	30,150	30,126	30,080	30,180
2008	30,153	30,112	30,020	30,068	30,080	30,089	30,084	30,094	30,125	30,114	30,079	30,096	30,093	30,020	30,153
2009	30,084	30,053	30,027	30,058	30,063	30,045	30,020	30,050	30,051	29,992	29,969	29,968	30,032	29,968	30,084
2010	29,982	29,975	29,985	29,915	29,873	29,858	29,876	29,875	29,866	29,874	29,805	29,815	29,892	29,805	29,985
2011	29,793	29,805	29,838	29,782	29,812	29,803	29,798	29,792	29,796	29,824	29,859	29,756	29,805	29,756	29,859
Среднее	30,101	30,078	30,079	30,083	30,084	30,088	30,085	30,139	30,130	30,135	30,127	30,121	30,104	30,023	30,190
Минимальное	29,595	29,601	29,601	29,683	29,687	29,649	29,647	29,650	29,643	29,689	29,687	29,715	29,655	29,396	29,715
Максимальное	30,363	30,416	30,425	30,378	30,374	30,365	30,379	30,417	30,426	30,393	30,406	30,460	30,383	30,349	30,460

Регулярные наблюдения на скважине № 103-Пс проводятся с 24.01.1990, уровень подземных вод был зафиксирован на отметке 25,660 м. Значения уровня подземных вод за период 1990–2011 гг. по скважине № 103-Пс приведены в табл. 6.2. Наблюдается долговременный и крутой тренд снижения уровня с 1990 г. до 2000 г., затем такой же по времени, но более пологий общий подъем на фоне локальных минимумов.

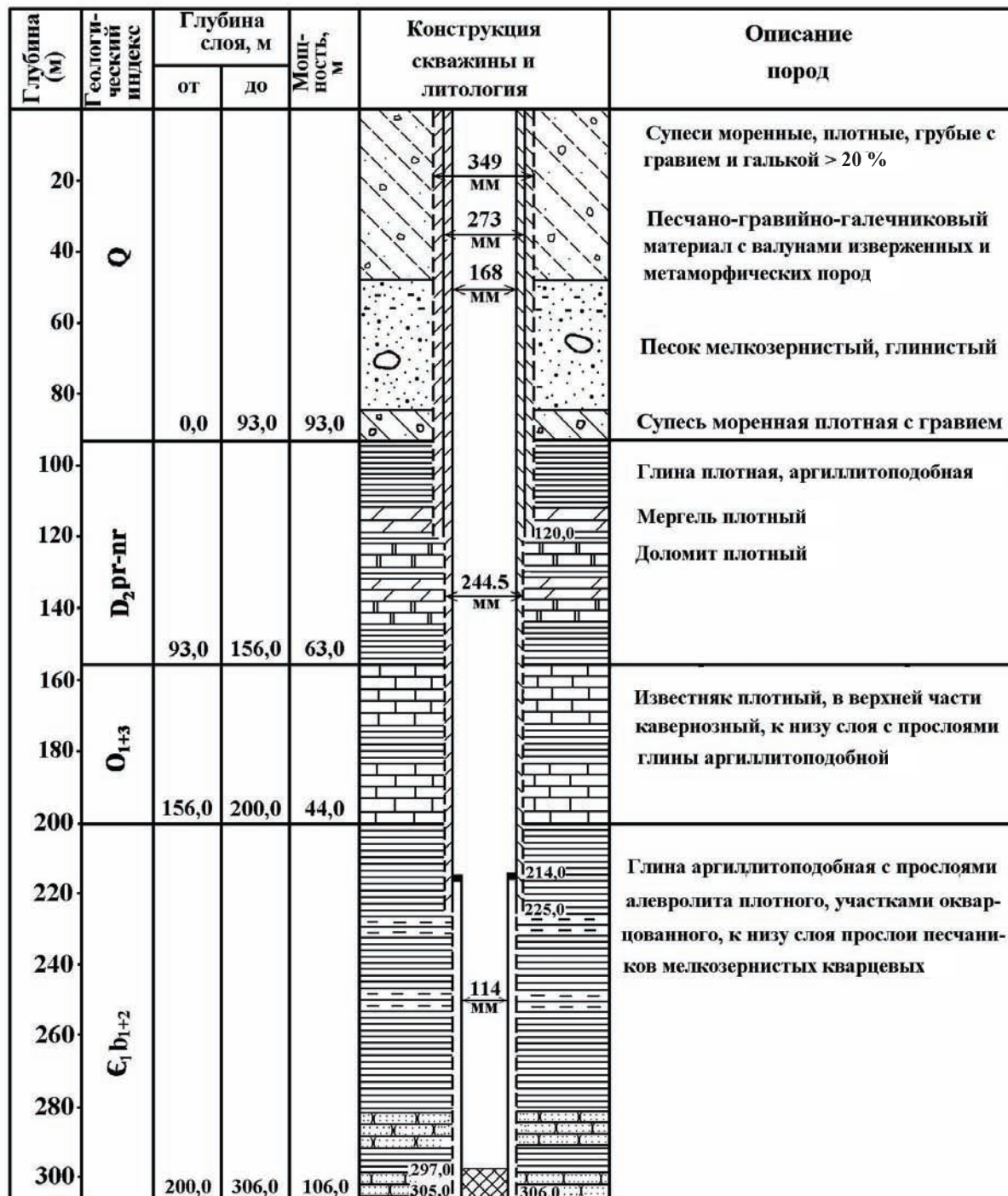


Рис. 17. Стратиграфическая колонка скважины № 103-Пс

Значения уровня подземных вод в скважине № 103-Пс за период 1990–2011 гг.

Месяц, год	Среднемесячные значения, м												Среднегодовые значения, м		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее	Минимальное	Максимальное
1990	25,660	25,757	25,745	25,845	25,885	25,865	25,837	25,845	25,808	25,960	25,846	25,861	25,826	25,660	25,960
1991	25,891	25,911	25,946	25,970	25,864	25,803	25,869	25,943	25,954	25,950	25,871	25,853	25,902	25,803	25,970
1992	25,795	25,743	25,723	25,701	25,724	25,778	25,872	25,992	25,987	26,106	26,093	26,114	25,886	25,701	26,114
1993	25,984	25,910	25,898	26,011	25,998	26,001	26,366	26,288	26,222	26,483	26,206	26,282	26,137	25,898	26,483
1994	26,021	26,222	26,370	26,321	26,272	26,223	26,660	26,584	26,457	26,416	26,319	26,450	26,360	26,021	26,660
1995	26,632	26,670	26,556	26,545	26,735	26,857	26,846	26,829	26,687	26,661	26,751	26,913	26,724	26,545	26,913
1996	26,760	26,638	26,580	26,373	26,280	26,303	26,467	26,550	26,797	26,709	26,621	26,551	26,552	26,280	26,797
1997	26,464	26,482	26,490	26,523	26,480	26,498	26,552	26,801	26,844	26,757	26,701	26,730	26,610	26,464	26,844
1998	26,754	26,755	26,821	26,877	26,808	26,816	26,804	26,850	26,781	26,743	26,780	26,906	26,808	26,743	26,906
1999	26,936	26,984	27,031	27,023	27,133	27,244	27,354	27,677	27,604	27,668	27,688	27,624	27,331	26,936	27,688
2000	27,634	27,529	27,527	27,647	27,593	27,606	27,606	27,564	27,522	27,554	27,572	27,562	27,576	27,522	27,647
2001	27,553	27,476	27,436	27,442	27,399	27,440	27,514	27,589	27,439	27,440	27,456	27,499	27,474	27,399	27,589
2002	27,471	27,422	27,344	27,237	27,205	27,274	27,423	27,475	27,394	27,278	27,294	27,388	27,350	27,205	27,475
2003	27,311	27,400	27,454	27,416	27,280	27,342	27,420	27,525	27,585	27,576	27,600	27,509	27,452	27,280	27,600
2004	27,420	27,414	27,473	27,439	27,271	27,343	27,502	27,668	27,615	27,615	27,591	27,566	27,493	27,271	27,668
2005	27,513	27,464	27,437	27,397	27,246	27,160	27,359	27,367	27,349	27,369	27,361	27,270	27,358	27,160	27,513
2006	27,264	27,214	27,239	27,146	27,017	27,064	27,097	27,130	27,163	27,196	27,229	27,260	27,168	27,017	27,264
2007	27,272	27,284	27,306	27,254	27,173	27,237	27,307	27,311	27,303	27,299	27,281	27,250	27,273	27,173	27,311
2008	27,280	27,355	27,373	27,362	27,328	27,410	27,460	27,485	27,443	27,403	27,342	27,296	27,378	27,280	27,485
2009	27,241	27,159	27,104	27,039	26,961	26,962	26,939	26,966	26,993	26,924	26,853	26,818	26,997	26,818	27,241
2010	26,771	26,776	26,712	26,682	26,648	26,623	26,647	26,660	26,542	26,556	26,553	26,549	26,643	26,542	26,776
2011	26,546	26,735	26,730	26,725	26,718	26,713	26,806	26,801	26,764	26,731	26,727	26,624	26,718	26,546	26,806
Среднее	26,839	26,836	26,836	26,821	26,776	26,802	26,900	26,957	26,928	26,936	26,905	26,917	26,871	26,701	27,043
Минимальное	25,660	25,743	25,723	25,701	25,724	25,778	25,837	25,845	25,808	25,950	25,846	25,853	25,826	25,660	25,960
Максимальное	27,634	27,529	27,527	27,647	27,593	27,606	27,606	27,677	27,615	27,668	27,688	27,624	27,576	27,522	27,688

ПОКАЗАТЕЛИ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В 2011 году

Как и в предыдущих бюллетенях, представлены сведения о количестве отдыхающих в курортной зоне оз. Нарочь в 2011 г., куда входит статистика по заполняемости здравниц и учреждений отдыха и посещаемости туристических стоянок Национального парка «Нарочанский». Приведена полная информация о загрузке стационарных учреждений отдыха в 2010 г., так как в предыдущем Бюллетене были даны данные по состоянию на 01.07.2010. Представлена информация о Государственной программе развития курортной зоны Нарочанского региона на 2011–2015 гг.

По уточненным данным, общая единовременная емкость здравниц и стационарных учреждений отдыха курортной зоны на побережье оз. Нарочь составляет более 4 тыс. мест в осенне-зимне-весенний период и около 5 тыс. мест в летний сезон.

Количество рекреантов (по числу реализованных путевок) за январь – декабрь 2010 г. составило 70 220 человек, в том числе в сезон массового отдыха с мая по сентябрь – 32 533 человек, рекреационная нагрузка – 919 004 человеко-дней (с мая по сентябрь – 435 785 человеко-дней) (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Количество организованных отдыхающих на побережье оз. Нарочь в 2010 г.

№ п/п	Наименование здравницы (учреждение отдыха)	Количество реализованных путевок, шт.		Количество человеко-дней		Примечания
		за год	май – сентябрь	за год	май – сентябрь	
1	Санаторий МВД «Белая Русь»	7671	4070	100 874	46 824	–
2	Санаторий «Нарочь»	5418	2861	70 694	36 666	–
3	Санаторно-оздоровительный комплекс «Приозерный»	12 321	5711	161 590	70 570	–
4	Республиканский детский пульмонологический центр медицинской реабилитации	3152	1228	54 221	23 302	–
5	Санаторий «Спутник»	4092	1761	45 985	20 119	–
6	Санаторий «Журавушка»	5637	3044	50 999	30 185	–
7	Санаторий «Сосны»	6123	2702	75 040	33 933	–

Окончание табл. 7.1

№ п/п	Наименование здравницы (учреждение отдыха)	Количество реализованных путевок, шт.		Количество человеко-дней		Примечания
		за год	май – сентябрь	за год	май – сентябрь	
8	Санаторий «Нарочанский берег»	6478	3273	94 059	47 274	–
9	Туристский комплекс «Нарочь»	6246	3009	45 143	22 845	Совместно с автокемпингом «Нарочанка»
10	Национальный детский оздоровительный лагерь «Зубренок»	13 082	4874	242 125	102 835	–
Всего		70 220	32 533	940 730	434 553	

В 2011 г. по числу реализованных путевок количество рекреантов за январь – декабрь составило 74 115 человек, в том числе в сезон массового отдыха с мая по сентябрь – 33 847 человек, рекреационная нагрузка в целом за год – 910 554 человеко-дней (с мая по сентябрь – 426 526 человеко-дней) (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Количество организованных отдыхающих на побережье оз. Нарочь в 2011 г.

№ п/п	Наименование здравницы (учреждение отдыха)	Количество реализованных путевок, шт.		Количество человеко-дней		Примечания
		за год	май – сентябрь	за год	май – сентябрь	
1	Санаторий МВД «Белая Русь»	7946	3325	103 595	44 643	–
2	Санаторий «Нарочь»	5219	2586	64 192	31 824	–
3	Санаторно-оздоровительный комплекс «Приозерный»	12 395	5644	155 004	66 365	–
4	Республиканский детский пульмонологический центр медицинской реабилитации	3285	1457	37 551	15 432	–
5	Санаторий «Спутник»	4875	2138	54 732	23 591	–
6	Санаторий «Журавушка»	5509	2714	66 038	33 959	–

№ п/п	Наименование здравницы (учреждение отдыха)	Количество реализованных путевок, шт.		Количество человеко-дней		Примечания
		за год	май – сентябрь	за год	май – сентябрь	
7	Санаторий «Сосны»	6522	2844	78 561	35 601	–
8	Санаторий «Нарочанский берег»	5406	2544	77 073	35 384	–
9	Туристский комплекс «Нарочь»	8114	4766	36 693	26 690	Включая оздоровительный центр «Нарочанка», ранее автокемпинг «Нарочанка»
10	Национальный детский оздоровительный лагерь «Зубренок»	14 844	5829	237 115	113 037	–
Всего		74 115	33 847	910 554	426 526	–

Количество туристов, зарегистрированных на пяти туристических стоянках Национального парка «Нарочанский» на побережьях озер Нарочь, Белое и Мястро в летний сезон 2011 г., составило 11 317 человек, в том числе на побережье оз. Нарочь – 6850 человек (табл. 7.3).

Таблица 7.3

**Количество туристов, посетивших туристические стоянки
в 2011 г.**

Наименование туристических стоянок	Количество, чел.
Озеро Мястро	
Туристическая стоянка «Кочерги»	2658
Озеро Белое	
Туристическая стоянка «Белое»	1809
Озеро Нарочь	
Туристическая стоянка «Антонисберг»	3248
Автокемпинг «Нарочь»	2410
Туристическая стоянка «Лагерь»	1192
Всего на оз. Нарочь	6850
Всего на озерах Нарочанской группы	11 317

Принимая во внимание, что часть туристов отдыхают на льготных условиях и не регистрируются, приведенные цифры являются заниженными в сравнении с реальной обстановкой.

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

В 2011 г. на территории Национального парка «Нарочанский», главным образом в районе Нарочанской группы озер, начата реализация Государственной программы развития курортной зоны Нарочанского региона на 2011–2015 гг. В частности, определен комплекс мероприятий по обеспечению эффективного функционирования курортной зоны: строительство и реконструкция санаторно-курортных, оздоровительных организаций и объектов туристической инфраструктуры, создание благоприятных условий для отдыха и проживания населения, развитие сферы обслуживания и др.

Научным обеспечением оценки возможностей развития курорта стало выполнение научно-исследовательской работы «Определение предельно допустимых рекреационных нагрузок, разработка системы оптимизирующих и корректирующих мероприятий по снижению их воздействия на природные комплексы, составление перечня объектов экологического туризма и разработка регламентов их использования» (исполнители: Научно-практический центр по биоресурсам и Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Белорусский государственный университет и Белорусский государственный экономический университет при участии научного отдела ГПУ «Национальный парк «Нарочанский»).

Целью НИР было определение предельно допустимых рекреационных нагрузок на территорию Национального парка, разработка системы оптимизирующих и корректирующих мероприятий по снижению их воздействия на природные комплексы, составление перечня объектов экологического туризма и разработка регламентов их использования.

При оценке рекреационного влияния был сделан вывод о намного более значительном «травмирующем» действии на природные, в том числе прибрежные, комплексы антропогенных нагрузок на туристических стоянках по сравнению со стационарными рекреационными учреждениями. Это научное обоснование важно для разработки перспективных программ и планов развития рекреационной деятельности на территории Национального парка «Нарочанский».

ВЫЛОВ РЫБЫ

В разделе, помимо стандартной информации о количественных показателях промыслового вылова рыбы государственным природоохранным учреждением «Национальный парк «Нарочанский» в системе водоемов и водотоков Нарочанских озер, приведены данные по мониторингу за объектами рыболовства в оз. Нарочь и оценке вылова рыбы на Нарочанских озерах рыбаками-любителями.

В 2011 г. проводился промысловый лов рыбы на озерах Мястро и Баторино, а также лов угря на водотоках Дробня, Скема и Нарочь. Любительский лов рыбы (на платной основе) организован на озерах Нарочь, Мястро, Баторино.

В промысловых уловах озер отмечены 10 видов рыб. Основу уловов составили: для Мястро – плотва, лещ, щука; для Баторино – лещ. Доминирование в уловах оз. Баторино леща объясняется отменой на пятилетний период (с 2011 по 2015 г.) промысловой меры на этот вид. Количественные показатели промыслового лова приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Промысловый вылов рыбы (в центнерах) из озер Мястро и Баторино в 2011 г.

Вид рыбы	оз. Мястро	оз. Баторино
Лещ	27,9	63,2
Судак	н	0,1
Щука	12,7	2,8
Окунь	7,2	1,6
Плотва	52,0	0,1
Густера	1,2	н
Сазан	н	0,5
Линь	<0,1	н
Карась серебряный	1,6	1,6
Угорь	0,1	1,1
Всего	102,8	70,9

Примечание. н – отсутствие в уловах.

Лов покнатного угря на водотоках вели бригады ГПУ «НП «Нарочанский» в апреле – мае 2011 г. Вылов составил: р. Дробня – 1,2 ц, р. Скема – 4,1 ц, р. Нарочь – 18,8 ц.

Озеро Нарочь включено в государственный реестр пунктов наблюдений Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь, на которых проводится мониторинг за дикими животными, в том числе – объектами рыболовства и средой их обитания. В 2011 г. в рамках НИР «Проведение наблюдений за видами диких животных, относящихся к объектам рыболовства»* мониторинг осуществляли сотрудники лаборатории ихтиологии НПЦ по биоресурсам НАН Беларуси при участии сотрудников

* Проведение наблюдений за видами диких животных, относящихся к объектам рыболовства: Отчет о НИР (1-й этап) / НПЦ по биоресурсам; рук. работ А. В. Лещенко. – 2011. – 72 с.

научного отдела Национального парка «Нарочанский». Температура воды на момент обследования (III декада октября) составляла 8 °С, прозрачность воды – 3,5 м, реакция среды (рН) – 7,6, содержание кислорода 9,5–9,8 мг/л, что позволяет признать состояние среды как удовлетворительное.

Контрольный лов рыбы на оз. Нарочь был осуществлен ставными сетями общей длиной 900 м, высотой 1,2–3,0 м, ячеей 28–100 мм. Облавливаемая площадь в среднем на одну постановку сетей составляла 1,4 га (табл. 8.2).

Таблица 8.2

Характеристика, эффективность орудий лова и расчетный промысловый запас по результатам контрольных обловов оз. Нарочь в 2011 г.

Орудие рыболовства	Длина, м	Ячей, мм	Высота, м	Облавливаемая площадь, га	Число постановок	Средний улов на 1 постановку, кг	Промысловый запас, кг/га	Улов по видам, в числителе – кг, в знаменателе – кг/га обловленной площади						Всего
								щука	окунь	линь	плотва	красноперка	ерш обыкновенный	
Сети ставные	900	28–100	1,2–3,0	7	5	11,3	89,67	$\frac{18,79}{2,68}$	$\frac{34,58}{4,94}$	$\frac{0,60}{0,09}$	1,57 0,22	$\frac{0,89}{0,13}$	$\frac{0,03}{<0,01}$	$\frac{56,46}{8,07}$

Всего в контрольных уловах было отмечено 6 видов рыб, относящихся к трем семействам:

Семейство Щуковые (*Esocidae*) –

щука обыкновенная – *Esox lucius* L.

Семейство Карповые (*Cyprinidae*) –

плотва обыкновенная – *Rutilus rutilus rutilus* (L.);

красноперка – *Scardinius erythrophthalmus* (L.);

линь – *Tinca tinca* (L.).

Семейство Окуневые (*Percidae*) –

ерш обыкновенный – *Gymnocephalus acerinus* (Güldenstädt);

окунь речной – *Perca fluviatilis* L.

Всего за пять постановок ставных сетей было выловлено 186 особей рыб общей массой 56,5 кг (табл. 8.3). Средний вылов рыбы на 1 га обловленной площади составил 8,1 кг и 26,6 экз. Общий промысловый запас рыбы составил 89,7 кг/га. Доля отдельных видов рыб в уловах по размерным рядам представлена в табл. 8.4–8.6.

В порядке убывания массы (кг) и численности выловленной рыбы виды расположились следующим образом: окунь, щука, плотва, красноперка, линь, ерш обыкновенный. Из всех выловленных видов в категорию более 5 % по массе и численности попадают щука и окунь.

Таблица 8.3

**Вылов рыбы по видам в контрольных уловах
из оз. Нарочь в 2011 г.**

Вид рыбы	Масса		Количество рыб	
	кг	% общей массы улова	экз.	% общего количества рыб в улове
Щука	18,79	33,3	24	12,9
Красноперка	0,89	1,6	3	1,6
Линь	0,60	1,1	2	1,1
Плотва	1,57	2,8	8	4,3
Окунь	34,58	61,3	148	79,6
Ерш обыкновенный	0,03	0,1	1	0,5
Всего	56,46	100,0	186	100,0

Таблица 8.4

**Доля линя разной длины в контрольных уловах
из оз. Нарочь в 2011 г.**

Количество линя	Размерный ряд, см						Всего
	12,0–14,9	15,0–17,9	18,0–20,9	21,0–23,9	24,0–26,9	27,0–29,9	
Экземпляр	1	–	–	–	–	1	2
Процент	50,0	–	–	–	–	50,0	100

Таблица 8.5

**Доля щуки разной длины в контрольных уловах
из оз. Нарочь в 2011 г.**

Количество щуки	Размерный ряд, см									Всего
	25,0–29,9	30,0–34,9	35,0–39,9	40,0–44,9	45,0–49,9	50,0–54,9	55,0–59,9	60,0–64,9	65,0–69,9	
Экземпляр	5	4	3	6	1	1	3	1	–	24
Процент	20,8	16,7	12,5	25,0	4,2	4,2	12,5	4,2	–	100

Характеристика размерно-возрастного состава рыб в контрольных уловах из оз. Нарочь в 2011 г. представлена в табл. 8.7.

Таблица 8.7

Характеристика размерно-возрастного состава рыб в контрольных уловах из оз. Нарочь в 2011 г.

Возраст	Количество		Длина, см		Масса, г	
	шт.	%	предельная	средняя	предельная	средняя
Окунь						
3+	2	1,4	14,0–15,0	14,5	40–52	46,0
4+	42	28,4	15,5–17,5	16,5	66–84	75,2
5+	55	37,2	17,5–22,0	19,8	92–242	135,7
6+	34	23,0	23,0–28,0	25,6	234–376	298,2
7+	5	3,4	28,5–30,5	29,5	420–602	486,8
8+	9	6,1	31,5–33,0	32,3	564–774	669,0
9+	1	0,7	–	36,0	–	718,0
Щука						
1+	6	25,0	27,0–31,0	28,9	142–242	183,5
2+	9	37,5	33,0–45,0	37,3	286–586	426,0
3+	4	16,7	41,0–45,5	43,2	614–784	679,2
4+	2	8,3	–	52,0	1168–1420	1294,0
5+	2	8,3	56,0–57,0	56,5	1402–1640	1521,0
6+	1	4,2	–	64,0	–	1986,0
Плотва						
6+	3	37,5	17,5–19,5	18,3	116–138	124,7
7+	2	25,0	–	21,0	168–188	178,0
8+	1	12,5	–	22,0	–	218,0
9+	2	25,0	24,5–25,0	24,8	302–320	311,0
Красноперка						
6+	2	66,7	20,5–21,0	20,8	210–214	212,0
9+	1	33,3	–	25,0	–	468,0
Линь						
2+	1	50,0	–	14,5	–	70,0
6+	1	50,0	–	28,0	–	524,0
Ерш						
4+	1	100,0	–	11,5	–	30,0

Окунь – данный вид в контрольных уловах как по численности, так и по массе занимал первое место. Так, по численности доля окуня составила 79,8 % от всех выловленных рыб, а по массе – 61,3 %. Особи были представлены семью возрастными группами (3+ – 9+). Минимальная длина тела выловленного окуня была равна 14,0 см, максимальная – 36,0 см; масса 40 г и 774 г соответственно.

Щука – данный вид как по численности, так и по массе занимал второе место. Так, по численности доля щуки составила 12,9 % от всех выловленных рыб, а по массе – 33,3 %. Особи были представлены шестью возрастными группами (1+ – 6+). Минимальная длина тела выловленной щуки была равна 27,0 см, максимальная – 64,0 см; масса – 142 и 1986 г соответственно. Доля щуки длиной тела больше промысловой меры (35 см) составила 62,5 %.

Плотва – данный вид по численности и массе возглавляет группу малочисленных видов рыб (менее 5 % общей массы и численности от всех выловленных рыб). Его доля по численности в улове составила 4,3 %, по массе – 2,8 %. В уловах плотва была представлена четырьмя возрастными группами (6+ – 9+). Минимальная длина тела была равна 17,5 см, максимальная – 25,0 см; масса – 116 г и 320 г соответственно.

Красноперка – всего было выловлено 3 экз. общим весом 890 г. Рыбы были представлены особями двух возрастных групп (6+ и 9+) длиной от 20,5 см до 25,0 см и массой от 210 г до 468 г.

Линь – данный вид в контрольных уловах был представлен двумя экземплярами в возрасте 2+ и 6+ лет. Длина особи в возрасте 2+ составила 14,5 см, в возрасте 6+ – 28,0 см.

Ерш обыкновенный – данный вид в контрольных уловах был представлен единственным экземпляром в возрасте пяти лет.

В отличие от промыслового лова оценка вылова рыбы рыболовами-любителями достаточно затруднительна. Как правило, оценка проводится на основании реализованных Национальным парком «Нарочанский» путевок, где, по условиям реализации, при их возвращении рыболовом должна указываться информация об уловах. Без сомнения, данный учет несет большие погрешности. Однако это остается основным стандартным методом учета и, по данным 2011 г., вылов рыбы рыболовами-любителями составил 379,7 ц в оз. Нарочь, 32,6 ц в оз. Мястро и 18,0 ц в оз. Баторино.

В 2011 г. в рамках НИР «Оценить состояние и уровень воздействия любительского рыболовства на рыбные ресурсы водоемов и водотоков Национального парка «Нарочанский»* завершена совместная работа сотрудников Национального парка и лаборатории ихтиологии НПЦ по биоресурсам НАН Беларуси по оценке изъятия рыбы рыболовами-любителями из основных водоемов и водотоков Национального парка «Нарочанский». Полевые работы выполняли с апреля 2010 г. по март 2011 г., охватив все рыболовные периоды: весенний запрет (апрель – май), лето (июнь – август), осень (сентябрь – ноябрь), зима или ледостав (декабрь – март). Была разработана и апробирована методика, позволяющая более точно определить количество изымаемой рыболовами-любителями рыбы. Методика заключается в периодическом посещении водоемов и водотоков сотрудниками Национального парка с проведением подсчета рыболовов-любителей с контрольных точек на берегах водоемов и водотоков, выборочного анализа уловов путем взвешивания и подсчета количества рыбы по видам с учетом времени, которое затратил рыболов на ее поимку.

Учет посещаемости рыболовами оз. **Нарочь** показал, что на протяжении всего периода наблюдений она колебалась от 0 до 280 человек в день. В период весеннего запрета рыболовы-любители отмечаются крайне редко, так что ими в расчетах можно пренебречь. Максимальная нагрузка рыболовов-любителей на большинстве крупных водоемах приходится на период ледостава, что объясняется большей доступностью акватории водоема. Средний расчетный вылов за полный световой день на одного условного рыболова летом составил 4,5 кг, осенью – 6,7 кг, зимой – 4,0 кг.

Данные по вылову из оз. Нарочь по сезонам приведены в табл. 8.8.

Проведенные подсчеты показали, что всего с данного водоема за год рыболовами-любителями вылавливается 621,1 ц рыбы или 7,80 кг/га. Наибольшее количество рыбы вылавливается зимой – 81,0 %. В уловах были зафиксированы всего пять видов рыб. Большую часть уловов составляют хищники – щука (32,6 %) и окунь (37,5 %) примерно в одинаковом соотношении. Доля мирных видов – плотвы, густеры и ерша в сумме составляет всего 30 %, причем в этой группе превалирует плотва, вылавливаемая преимущественно во второй половине зимы. Значительное количество вылавливаемой рыбы отличается довольно крупными размерами, что и привлекает на это озеро большинство

* Оценить состояние и уровень воздействия любительского рыболовства на рыбные ресурсы водоемов и водотоков Национального парка «Нарочанский»: Отчет о НИР (заключительный) / НПЦ по биоресурсам; рук. работ А. В. Лещенко. – 2011. – 40 с.

любителей, особенно зимой. Так, средний вес плотвы, вылавливаемой зимой, составляет 246 г, а щуки осенью – 1701 г. Эти данные говорят о значительном количестве рыбы старшевозрастных групп, что вкупе с высокой долей хищников в уловах указывает на небольшой пресс рыболовства на ихтиофауну в течение последних лет в этом водоеме.

Таблица 8.8

Вылов рыбы рыболовами-любителями из оз. Нарочь

Виды рыб	Лето			Осень			Зима			Всего	
	вылов		сред- ний вес 1 экз., г	вылов		средний вес 1 экз., г	вылов		средний вес 1 экз., г	кг	%
	кг	%		кг	%		кг	%			
Плотва	99	2,3	150	66	0,9	166	18 317	36,4	246	18 482	29,8
Окунь	1594	36,5	211	607	8,2	87	21 077	41,9	64	23 278	37,5
Щука	2648	60,8	887	6737	90,9	1701	10 869	21,5	963	20 254	32,6
Густера	2	0,1	30	–	–	–	–	–	–	2	<0,1
Ерш	12	0,3	18	–	–	–	86	0,2	30	98	0,2
Всего	4355	100		7410	100		50 349	100		62 114	100

Посещаемость рыболовами-любителями оз. Мястро колебалась от 0 до 130 человек. Средний вылов за полный световой день летом составил 5,6 кг, осенью – 4,9 кг, зимой – 3,9 кг. Уловы более стабильны, чем в оз. Нарочь, и колеблются от 0 до 14,9 кг в сутки.

Данные по вылову из оз. Мястро по сезонам приведены в табл. 8.9. Проведенные подсчеты показали, что всего с данного водоема за год рыболовами-любителями вылавливается 372,2 ц рыбы или 28,41 кг/га. В уловах были зафиксированы 12 видов рыб – половина от всех обитающих видов рыб в водоеме. Хищники (щука, окунь, судак) составляют чуть более 47 % уловов по массе. При этом среди них доминируют щука (31,9 % от общего вылова) и окунь – 15,1 %, доля судака составляет всего 0,1 % от всех вылавливаемых хищников, причем все зафиксированные в любительских уловах особи судака были молодь, не достигшей промысловой меры. Среди мирных видов рыб по весу доминирует в уловах лещ (24,0 % от общего вылова), значительна также доля плотвы – 19,4 %. Остальные виды рыб представлены в значительно меньшем количестве. Наиболее разнообразны уловы летом, в этот период доминирует лещ. К зиме его доля уменьшается и возрастает доля щуки.

Таблица 8.9

Вылов рыбы рыболовами-любителями из оз. Мястро

Виды рыб	Лето			Осень			Зима			Всего	
	вылов		средний вес 1 экз., г	вылов		средний вес 1 экз., г	вылов		средний вес 1 экз., г	кг	%
	кг	%		кг	%		кг	%			
Плотва	1018	11,1	60	1008	12,1	69	5209	26,4	59	7235	19,4
Окунь	1761	19,2	128	2477	29,8	147	1365	6,9	44	5603	15,1
Лещ	3328	36,2	315	1818	21,9	475	3804	19,3	198	8950	24,0
Щука	1925	20,9	676	2518	30,3	583	7423	37,6	637	11866	31,9
Густера	179	1,9	42	263	3,2	40	1056	5,4	36	1498	4,0
Ерш	127	1,4	13	81	1,0	16	864	4,4	16	1072	2,9
Красно-перка	166	1,8	33	145	1,7	56	–	–	–	311	0,8
Уклея	41	0,5	12	–	–	–	–	–	–	41	0,1

Виды рыб	Лето			Осень			Зима			Всего	
	вылов		средний вес 1 экз., г	вылов		средний вес 1 экз., г	вылов		средний вес 1 экз., г	кг	%
	кг	%		кг	%		кг	%			
Карась серебряный	137	1,5	520	–	–	–	–	–	–	137	0,4
Линь	172	1,8	272	–	–	–	–	–	–	172	0,5
Карп	287	3,1	3200	–	–	–	–	–	–	287	0,8
Судак	52	0,6	250	–	–	–	–	–	–	52	0,1
Всего	9193	100		8308	100		19 720	100		37 221	100

Посещаемость оз. Баторино ниже – от 0 до 42 человек. Так же, как и на большинстве крупных водоемов, отсутствовали рыболовы при шторме, больше всего людей наблюдалось в декабре. В среднем посещаемость летом составила в будни 5 человек, в выходные – 8 человек в день, осенью – 1 и 7, зимой – 11 и 23 соответственно.

Средний вылов за полный световой день летом составил 4,2 кг, осенью – 3,6 кг, зимой – 3,4 кг. Уловы хотя и меньше, но гораздо более стабильны, чем в соседних озерах, и колеблются от 0,5 до 10,4 кг в сутки. Такая стабильность объясняется тем, что данное озеро чаще посещается местными рыболовами, имеющими большой опыт и знание этого водоема. Летом на оз. Баторино ловят чаще всего либо с берега и мостиков на донки с резинкой, либо с лодки на поплавочную удочку, осенью – на спиннинг. Во все периоды года это озеро менее популярно, чем соседние водоемы.

Данные по вылову из оз. Баторино по сезонам приведены в табл. 8.10. Проведенные подсчеты показали, что всего с данного водоема за период наблюдений рыболовами-любителями было выловлено 91,5 ц рыбы или 14,53 кг/га. В уловах были зафиксированы 10 видов рыб – половина ото всех обитающих видов рыб в водоеме. Кроме этих видов, по устным сведениям рыболовов, изредка попадает карп. Хищники (щука, окунь, судак) составляют около 57 % уловов по массе.

Таблица 8.10

Вылов рыбы рыболовами-любителями из оз. Баторино

Виды рыб	Лето			Осень			Зима			Всего	
	вылов		Сред- ний вес 1 экз., г	вылов		Сред- ний вес 1 экз., г	вылов		Сред- ний вес 1 экз., г	кг	%
	кг	%		кг	%		кг	%			
Плотва	226	9,6	32	102	9,9	67	1122	19,4	32	1450	15,8
Окунь	327	13,9	56	328	31,8	143	2600	45,1	57	3255	35,6
Лещ	1355	57,8	143	154	14,9	170	53	0,9	100	1562	17,1
Щука	90	3,8	510	246	23,8	607	1576	27,3	700	1912	20,9
Густера	95	4,1	29	164	15,8	45	239	4,1	27	498	5,4
Красно- перка	72	3,0	39	10	1,0	61	0	0,0	–	82	0,9
Ерш	5	0,2	14	3	0,3	22	180	3,1	15	188	2,1
Уклея	9	0,4	16	11	1,1	18	–	–	–	20	0,2
Карась серебряный	133	5,6	425	14	1,3	600	–	–	–	147	1,6
Судак	38	1,6	680	–	–	–	–	–	–	38	0,4
Всего	2350	100		1033	100		5768	100		9151	100

Вылов рыбы из водотоков Дробня и Скема в апреле – мае был представлен в Бюллетене за 2010 г., для р. Нарочь подобных оценок не проводили.

Зарыбление озер Нарочь, Мястро и Баторино в 2011 г. не проводили.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В подледный период 2010–2011 гг. гидрохимический режим Нарочанских озер оставался достаточно стабильным, характерным для последних лет.

Летний сезон 2011 г., как и в предыдущем году, характеризовался длительными периодами жаркой безветренной погоды, что обусловило формирование устойчивой стратификации водной массы, особенно выраженной в оз. Нарочь. Данная ситуация крайне не характерна для озер полимиктического типа, к которым относятся Нарочанские озера, и приводит к существенным изменениям термического и кислородного режимов. Длительные периоды летней гипоксии в придонных слоях, вплоть до полного исчерпания кислорода, становятся обычным явлением в оз. Нарочь. Особенно уязвим Малый плес, подверженный наибольшему антропогенному влиянию. В озерах Мястро и Баторино вследствие большего ветрового перемешивания кислородный режим в 2011 г. был менее критичным, чем в 2010 г. Как и в предыдущем году, значительные сдвиги в термическом и кислородном режимах не значительно отразились на таких показателях качества воды, как прозрачность, общее содержание взвешенных, органических и биогенных веществ, остающихся в пределах средних многолетних значений за последние 5–10 лет. Исключение составляет содержание общего азота, возрастающее в последние годы во всех трех озерах. Есть основания говорить о нестабильности в последние годы показателей, характеризующих уровень продукционно-деструкционных процессов и структурной организации фитопланктонных сообществ.

Так, несмотря на то что все три озера функционируют как единая система, на основании полученных результатов можно сделать заключение, что Нарочанские озера все еще пребывают в нестабильном состоянии и что перестроечные процессы в фитоценозах озер продолжаются. Они выражаются в смене сукцессии разных видов фитопланктона на протяжении изучавшегося периода эволюции озер, изменении степени их доминирования, «колониальности», размерного состава и средней массы единицы фитопланктонного сообщества. Уровень общей биомассы фитопланктона в озерах Мястро и Баторино пока не достиг его значений до начала эвтрофирования, но временами в озерах наблюдаются «вспышки» развития отдельных видов, которые обуславливают очень высокую биомассу, как это наблюдалось, например, в оз. Мястро в 2010 г. и в оз. Нарочь в 2009 г. В то же время в оз. Нарочь общая биомасса фитопланктона ($1,27 \pm 0,31$) уже превышает ее значения до начала эвтрофирования озера ($0,96 \pm 0,38$ мг/л), т. е. наблюдается тенденция некоторого повышения уровня его трофического статуса. Существенное снижение числа видов, индекса Шеннона и уменьшение индекса сходства альгофлоры Жаккара между озерами свидетельствуют о произошедшем в период бентификации упрощении структуры фитопланктонных сообществ во всех озерах. В оз. Мястро экологическая ситуация, по сравнению с озерами Нарочь и Баторино, самая нестабильная, что предопределяет необходимость дальнейшего изучения и расшифровки механизмов этого феномена.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2011 года НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	5
2. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ОЗЕР НАРОЧЬ И МЯСТРО В 2010 году	10
2.1. Ледовые явления, толщина льда и снежный покров	10
2.2. Температура воды у берега и в поверхностном слое воды на акватории озер Мястро и Нарочь.....	12
2.3. Уровень воды в озерах Мястро и Нарочь.....	12
2.4. Поверхностный приток в озеро Нарочь по впадающим ручьям, протоке Скема и сток по реке Нарочь.....	17
3. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2010–2011 годов.....	18
3.1. Физико-химические показатели экологического состояния озер	18
3.2. Фитопланктон	24
3.3. Зоопланктон	29
3.4. Бактериопланктон.....	31
4. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В ВЕГЕТАЦИОННОМ СЕЗОНЕ 2011 года.....	33
4.1. Прозрачность воды.....	33
4.2. Температура воды.....	34
4.3. Растворенный в воде кислород	36
4.4. Концентрация водородных ионов (рН)	39
4.5. Углерод органический общий и взвешенный	40
4.6. Фосфор общий и фосфатный	41
4.7. Азот общий и минеральный	42
4.8. Сестон (взвешенные вещества), содержание зольных элементов в его составе.....	44
4.9. Содержание хлорофилла <i>a</i> в сестоне	46
4.10. Потенциальный фотосинтез планктона	47
4.11. Аэробная деструкция органического вещества и биохимическое потребление кислорода (БПК)	48
4.12. Фитопланктон.....	51
4.13. Зоопланктон.....	62

4.14. Бактериопланктон	66
4.15. Макрозообентос	70
5. ГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ДОЗ УФ ИЗЛУЧЕНИЯ, УФ ИНДЕКСА И МАЛЫХ ГАЗОВЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ АТМОСФЕРЫ В РАЙОНЕ ОЗЕРА НАРОЧЬ В 2011 г.	75
6. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ОЗЕРА НАРОЧЬ	83
7. ПОКАЗАТЕЛИ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В 2011 году	89
8. ВЫЛОВ РЫБЫ.....	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101

Научное издание

Остапеня Александр Павлович
Жукова Татьяна Васильевна
Михеева Тамара Михайловна и др.

БЮЛЛЕТЕНЬ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ОЗЕР
НАРОЧЬ, МЯСТРО,
БАТОРИНО
(2011 год)

Ответственный за выпуск *Т. М. Турчиняк*

Технический редактор *Г. М. Романчук*
Компьютерная верстка *Т. А. Малько*
Корректор *Л. Н. Масловская*

Подписано в печать 12.07.2012. Формат 60×84/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,09.
Уч.-изд. л. 8,48. Тираж 100 экз. Заказ 660.

Белорусский государственный университет.
ЛИ № 02330/0494425 от 08.04.2009.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Республиканское унитарное предприятие
«Издательский центр Белорусского
государственного университета».
ЛП № 02330/0494178 от 03.04.2009.
Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск.