

**ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР**

Показатель	оз. Нарочь	оз. Мясстро	оз. Баторино
Площадь водного зеркала, км ²	79,6	13,1	6,3
Объем водной массы, млн м ³	710,4	70,0	18,7
Глубина средняя, м	8,9	5,4	3,0
Глубина максимальная, м	24,8	11,3	5,5
Длина береговой линии, км	40,0	20,2	15,0
Коэффициент изрезанности	1,27	1,88	–
Показатель глубинности	2,07	2,29	1,62
Показатель открытости	8,8	2,4	2,1
Время водообмена, годы	10–11	2,5	1,0
Тип перемешивания	полимиктический		
Площадь общего водосбора, км ²	279,0	133,1	92,5
Площадь частного водосбора без акватории озер, км ²	58,8	34,6	86,2
Удельный водосбор	3,5	10,2	14,7

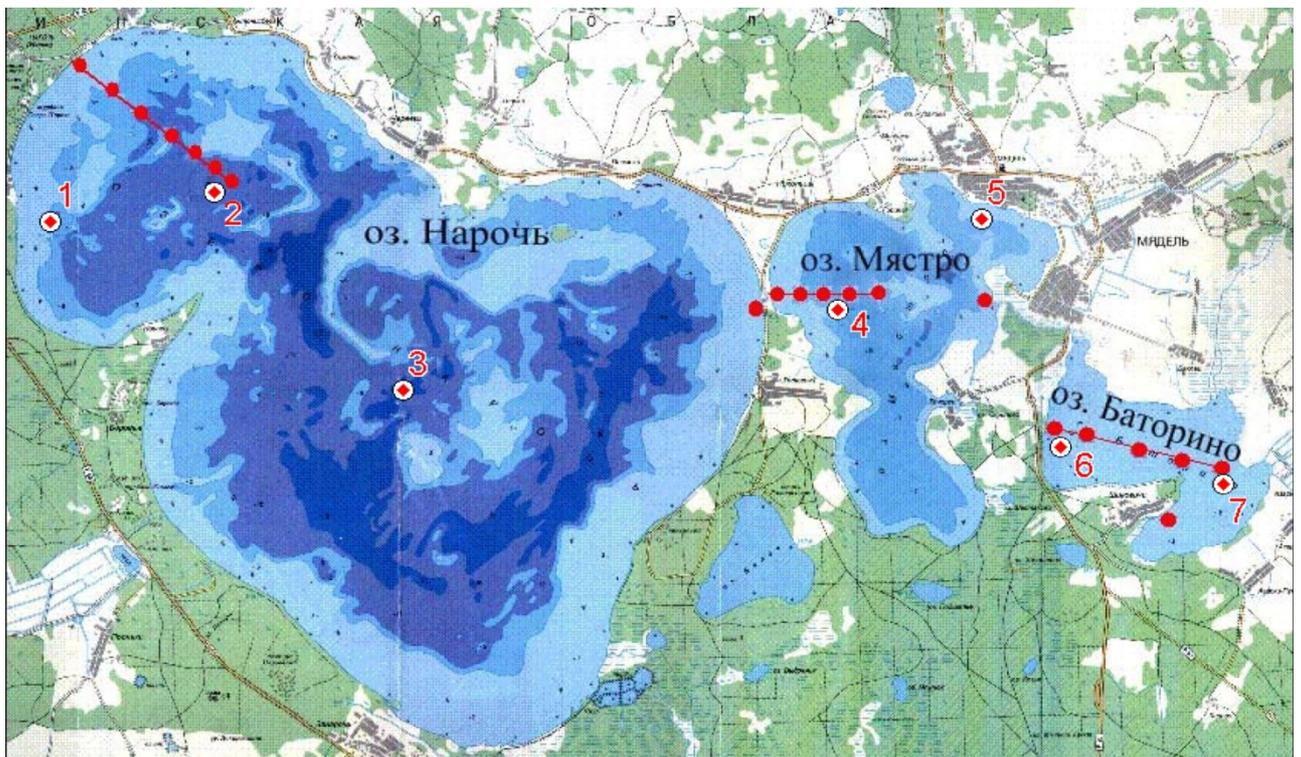
БЮЛЛЕТЕНЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕР НАРОЧЬ, МЯСТРО, БАТОРИНО (2015 год)

ISBN 978-985-566-345-5



9 789855 663455

Минск
2016



 – Станции мониторинговых наблюдений на озерах Нарочь (ст. № 1 – литораль, № 2 – Малый плес, № 3 – Большой плес), Мястро (ст. № 4 и № 5) и Баторино (ст. № 6 и № 7)

 – Станции отбора бентосных проб

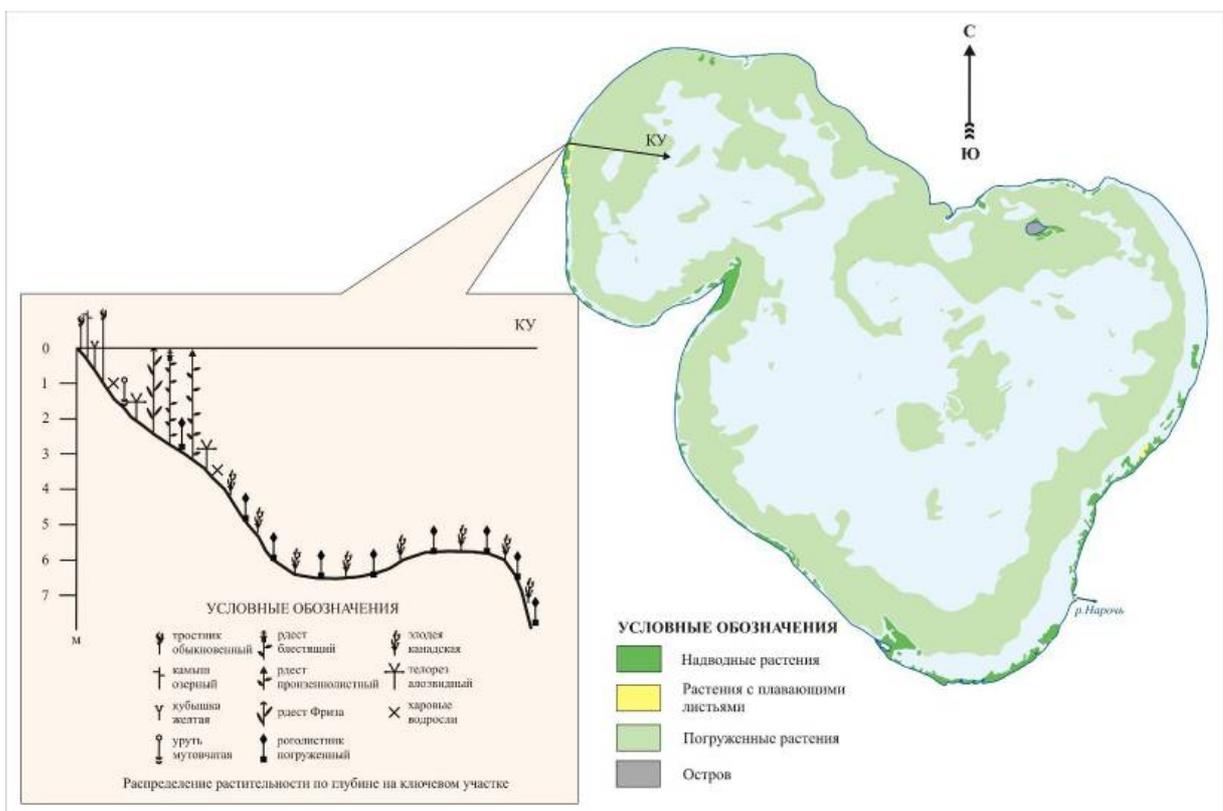


Схема зарастания озера Нарочь

Министерство природных ресурсов и охраны
окружающей среды Республики Беларусь

Белорусский государственный университет

Научно-исследовательская лаборатория гидроэкологии

Учебно-научный центр «Нарочанская биологическая станция
имени Г. Г. Винберга» БГУ

Государственное природоохранное учреждение
«Национальный парк «Нарочанский»

БЮЛЛЕТЕНЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕР НАРОЧЬ, МЯСТРО, БАТОРИНО (2015 год)

Под общей редакцией
доктора биологических наук
Т. М. Михеевой

МИНСК
БГУ
2016

УДК 551.481.1+577.472
ББК 26.22+28.082
Б98

Авторы :

**Т. В. Жукова, Т. М. Михеева, Б. В. Адамович, Р. З. Ковалевская,
Ю. К. Верес, Е. В. Лукьянова, Л. В. Никитина, О. А. Макаревич,
И. Н. Селивончик, И. В. Савич, Н. В. Дубко, В. С. Карабанович,
Б. П. Власов, И. А. Рудаковский, В. Г. Костоусов, С. А. Латушкин,
И. И. Бручковский, В. Я. Венчиков, В. С. Демин, В. Н. Денисенко,
А. Н. Красовский, А. Г. Светашев, В. Л. Тавгин, Л. Н. Турышев,
А. Г. Аронов, Т. И. Аронова, В. С. Люштык, О. С. Ежова**

Рекомендовано
советом биологического факультета
27 апреля 2016 г., протокол № 9

Рецензенты :

доктор биологических наук *В. В. Гричик*;
доктор биологических наук *Л. В. Камлюк*;
доктор биологических наук *В. М. Байчоров*

Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино (2015 год) / Б98 Т. В. Жукова [и др.] ; под общ. ред. д-ра биол. наук Т. М. Михеевой. – Минск : БГУ, 2016. – 99 с. : ил.
ISBN 978-985-566-345-5.

«Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино» – межведомственное ежегодное издание, выпускаемое с 1999 г. В этом выпуске приведены сведения о высшей водной растительности, о вылове рыбы, физико-химические и биологические показатели, результаты измерений уровней УФ-облученности поверхности и водной среды озер Нарочанской группы и показатели рекреационной нагрузки. Материалы режимных наблюдений 2015 г. сравниваются с результатами, полученными за предыдущий 10-летний период, динамика зарастаемости озер высшей водной растительностью – с показателями за последние 20 лет, а динамика вылова рыб – за период с 1982 г.

УДК 551.481.1+577.472
ББК 26.22+28.082

ISBN 978-985-566-345-5

© БГУ, 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

В очередном выпуске «Бюллетеня экологического состояния озер Нарочь, Мясстро, Баторино (2015 год)» представлены результаты исследований разных ведомств, которым небезразлична экологическая ситуация Нарочанских озер и всего Нарочанского региона.

Гидроэкологическая характеристика озер в осенне-весенний период 2014–2015 гг. и вегетационный сезон (май – октябрь) 2015 г. подготовлена НИЛ гидроэкологии и Учебно-научным центром «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ. Приведены стандартные данные о физико-химических и биологических показателях, отражающие экологическое состояние озер и пополняющие многолетние наблюдения. Соблюдая единый регламент, в текущем году в пелагической зоне озер на станциях постоянных наблюдений (рисунок на второй сторонке обложки) общепринятыми методами измеряли прозрачность воды по белому диску, распределение по столбу воды температуры и растворенного в воде кислорода. В многолетнем мониторинге гидрохимические и биологические параметры анализируются на основе интегральной пробы воды, отражающей средний состав водной массы. Для получения интегральной пробы определенные квоты воды отбираются на шести горизонтах (0,5; 3; 6; 8; 12 и 16 м) в оз. Нарочь, четырех (0,5; 4; 7 и 9 м) – в оз. Мясстро и трех (0,5; 3 и 5 м) – в оз. Баторино. В общей пробе объем воды, отобранной с указанных горизонтов, пропорционален доле, которую составляет этот слой в общем объеме озера в соответствии с данными батиметрии.

В интегральной пробе в лабораторных условиях стандартными методами измеряли общее содержание взвешенных веществ, в том числе минеральной составляющей, концентрацию органических и биогенных веществ (азот и фосфор), скорость биохимического потребления кислорода за первые и пятые сутки в стандартных условиях (при 20 °С в темноте), скорость продукционно-деструкционных процессов планктонного сообщества *in situ* на глубине оптимального фотосинтеза, показатель рН и электропроводность воды. Определялись структурные показатели планктонной биоты: содержание хлорофилла в сестоне, видовой состав, доминирующие комплексы видов фито- и зоопланктонных сообществ, численность, биомасса фито-, зоо- и бактериопланктона. Приведены сведения о видовом составе, плотности и биомассе макрозообентоса. Применяемые методы и методики подробно описаны в соответствующих разделах в «Бюллетене... (2014 год)» [1].

Материалы режимных наблюдений текущего года, как и во всех предыдущих выпусках «Бюллетеня...», сравниваются с данными, полученными за предшествующий год и многолетний период.

Представлен флористический состав и картина зарастания озер высшей водной растительностью, дана оценка биомассы и продуктивности доминирующих представителей, а также охарактеризовано содержание тяжелых металлов в макрофитах и донных отложениях.

Приведены материалы по составу ихтиофауны, рыбных ресурсов, степени их использования, представлена многолетняя динамика промыслового вылова рыбы и данные о промысловом и любительском вылове рыбы в Нарочанских озерах за 2015 г.

Как и в предыдущих выпусках «Бюллетеня...», даны результаты измерения уровней и доз приземного УФ-излучения в районе оз. Нарочь. Проведен анализ распространения УФ- и видимого излучения в водной среде природных водоемов Нарочанской группы с помощью погружного прибора, разработанного в НИИЦ МО БГУ.

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

Научным и туристическим отделами ГПУ «Национальный парк “Нарочанский”» дана информация о Государственной программе развития курортной зоны Нарочанского региона на 2011–2015 гг. и рекреационной нагрузке на побережье Нарочанских озер в 2015 г.

Выпуск подготовили:

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

Раздел 1. Гидроэкологическая характеристика Нарочанских озер в осенне-весенний период 2014–2015 гг. *Т. В. Жукова, Р. З. Ковалевская, Ю. К. Верес, Б. В. Адамович, И. В. Савич, В. С. Карабанович* при участии *А. Ю. Азаренкова, Э. А. Журавлевой, И. А. Коротышевского* (подразделы 1.1–1.2) (Учебно-научный центр «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ, НИЛ гидроэкологии БГУ); *Т. М. Михеева, Е. В. Лукьянова* (подраздел 1.3); *Л. В. Никитина* (подраздел 1.4) (НИЛ гидроэкологии БГУ).

Раздел 2. Гидроэкологическая характеристика Нарочанских озер в вегетационном сезоне 2015 г. *Т. В. Жукова, Ю. К. Верес, Б. В. Адамович, И. В. Савич, В. С. Карабанович* при участии *А. Ю. Азаренкова, Э. А. Журавлевой, И. А. Коротышевского* (подразделы 2.1–2.8, 2.10–2.11) (Учебно-научный центр «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ); *Р. З. Ковалевская, Н. В. Дубко* (подраздел 2.9); *Т. М. Михеева, Е. В. Лукьянова* (подраздел 2.12); *И. Н. Селивончик* (подраздел 2.13); *Л. В. Никитина* (подраздел 2.14); *О. А. Макаревич* (подраздел 2.15) (НИЛ гидроэкологии БГУ).

Раздел 3. Высшая водная растительность. *Б. П. Власов, И. А. Рудаковский* (НИЛ озераведения БГУ).

Раздел 4. Ихтиофауна, рыбные ресурсы и степень их использования. *В. Г. Костоусов* (РУП «Институт рыбного хозяйства»), *С. А. Латушкин* (ГПУ «НП Нарочанский»).

Раздел 5. Результаты измерений уровней УФ-облученности поверхности и водной среды озер Нарочанской группы. *И. И. Бручковский, В. Я. Венчиков, В. С. Демин, В. Н. Денисенко, А. Н. Красовский, А. Г. Светашев, В. Л. Тавгин, Л. Н. Турышев* (ННИЦ МО БГУ).

Раздел 6. Гидродинамические параметры подземных вод в районе озера Нарочь в 2015 г. *А. Г. Аронов, Т. И. Аронова* (Государственное учреждение «Центр геофизического мониторинга НАН Беларуси»).

Раздел 7. О Государственной программе развития курортной зоны Нарочанского региона на 2011–2015 гг. и показателях рекреационной нагрузки на побережье Нарочанских озер в 2015 г. *В. С. Люштык, О. С. Ежова* при участии *Л. С. Кравчонок, А. А. Новикова, О. В. Шукейло* (ГПУ «НП Нарочанский»).

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

1. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА оз. НАРОЧЬ В ОСЕННЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД 2014–2015 гг.

1.1. Прозрачность воды, температурный и кислородный режимы

В Малом плесе оз. Нарочь наблюдения проводили в период осенней гомотермии в середине ноября при температуре воды, по всему водному столбу равной 5,8 °С, а также после вскрытия озера в конце первой декады апреля во время весеннего перемешивания (температура воды равна 4,0–3,9 °С).

По нашим наблюдениям, Малый плес оз. Нарочь встал 03.12.2014 г., но уже 19–20.12 вскрылся. Вторично Малый плес встал 27–28.12.2014 г., однако в январе во время оттепелей образовывались большие полыньи. Во второй половине января установился постоянный ледовый покров. Малый плес вскрылся ото льда 25–26.03.2015 г. Таким образом, подледный период продолжался около 70–75 суток, что соответствует уровню лет с коротким сроком ледостава, как указано в табл. 1.1.1.

Таблица 1.1.1

Сроки и продолжительность ледостава в оз. Нарочь в 2005–2015 гг.

Годы	Начало ледостава	Окончание ледостава	Продолжительность ледостава, сутки
2005–2006	19.12.05	28.04.06	130
2006–2007	25.01.07	26.03.07	60
2007–2008	01.01.08	15.03.08	74
2008–2009	29.12.08	14.04.09	106
2009–2010	15.12.09	18.04.10	124
2010–2011	09.12.10	20.04.11	132
2011–2012	17.01.12	09.04.12	83
2012–2013	16–17.12.12	27–28.04.13	132
2013–2014	17.01.14	26.03.14	68
2014–2015	03.12.14; 27–28.12.14	25–26.03.15	около 70–75

Как видно из табл. 1.1.2, прозрачность воды в оз. Нарочь во время осенней гомотермии была равна 9,00 м, а содержание растворенного в воде кислорода распределено по столбу

**Прозрачность воды, температурный и кислородный режимы
в оз. Нарочь в осенне-весенний период 2014–2015 гг.**

Дата	Прозрачность, м	Горизонт, м	Температура, °С	Растворенный в воде кислород	
				мг/л	насыщение, %
13.11.2014	9,00	0,5	5,8	11,90	94,9
		3	5,8	11,86	94,7
		6	5,8	11,86	94,7
		8	5,8	11,86	94,7
		12	5,8	11,86	94,7
		16	5,8	11,86	94,7
08.04.2015	7,35	0,5	4,0	12,85	97,8
		3	4,0	12,87	98,0
		6	3,9	12,85	97,5
		8	3,9	12,87	97,7
		12	3,9	12,85	97,5
		16	3,9	12,87	97,7

воды равномерно при насыщении 95 %. Во время весеннего перемешивания прозрачность воды в оз. Нарочь составляла 7,35 м при содержании растворенного в воде кислорода, близком к 100 % насыщения.

1.2. Режим взвешенных, органических и биогенных веществ

Концентрацию взвешенных веществ (сестона), как и в предыдущие годы, определяли гравиметрическим методом на ядерных фильтрах Nucleopor с диаметром пор 1,5 и 0,4 мкм. Фильтры с размером пор 1,5 мкм (принятый стандарт в многолетнем мониторинге) использовали также для определения минеральной компоненты (зольности) сестона. Во взвеси, собранной на фильтрах указанных типов, определяли содержание хлорофилла *a* спектрофотометрическим методом ацетоновых экстрактов, рекомендованным рабочей группой ЮНЕСКО [2].

Как следует из приведенных в табл. 1.2.1 данных, в текущем году концентрация взвешенных веществ в период весеннего перемешивания примерно в 1,5–2,0 раза превышала таковую осенью с уменьшением доли мелкодисперсной фракции с 47 до 30 % и при близких значениях минеральной компоненты (44–46 %). Напротив, абсолютное и относительное содержание хлорофилла в сухой массе сестона осенью было значительно выше, с близкой долей мелкодисперсной хлорофиллсодержащей фракции (41 и 39 %) в оба срока наблюдений.

Результаты определения содержания хлорофилла *a* в сухой массе сестона, представленные в табл.1.2.1, как было принято в многолетнем мониторинге, приведены без поправки на присутствие феопигментов. Концентрация хлорофилла *a* в оба срока наблюдений была близка (1,40–1,46 мкг/л), что составляет 0,16–0,12 % в общем пуле взвешенного вещества.

Таблица 1.2.1

Концентрация сестона и содержание хлорофилла *a* в оз. Нарочь в осенне-весенний период 2014–2015 гг.

Показатель	Дата	
	14.11.14	08.04.15
Сестон, мг/л (1,5 мкм)	0,47	0,88
Сестон, мг/л (0,4 мкм)	0,88	1,26
Хлорофилл, мкг/л (1,5 мкм)	1,25	0,89
Доля в сестоне, %	0,27	0,10
Хлорофилл, мкг/л (0,4 мкм)	2,11	1,46
Доля в сестоне, %	0,24	0,12
Зольность сестона, %	46,0	43,9

В табл. 1.2.2 представлены результаты, отражающие режим органических и биогенных веществ в осенне-весенний период 2014–2015 гг. Общее содержание органического углерода определяли методом бихроматной окисляемости выпаренных на водяной бане проб воды с пересчетным коэффициентом 0,375. Содержание взвешенного углерода рассчитывали как половину потерь при прокаливании фильтров со взвесью в муфельной печи при температуре 450 °С. Общее содержание азота определялось после окисления проб нефильтрованной воды с персульфатом калия в автоклаве, общего фосфора – после минерализации с персульфатом калия в кислой среде на водяной бане. Минеральные формы биогенных элементов определяли в фильтрованной воде колориметрическими методами (фотометр КФК-3): аммонийный азот – с реактивом Несслера, нитратный – с реактивом Грисса после восстановления на медно-кадмиевой колонке, нитритный – с реактивом Грисса, фосфатный фосфор – со смешанным молибденовым реактивом и аскорбиновой кислотой в качестве восстановителя [3–5].

Концентрация органического вещества в интегральной пробе воды оз. Нарочь в осенне-весенний период была близка к 5,5 мг С/л. Скорость биохимического потребления кислорода (определялась в термостате при 20 °С в темноте в течение 1 и 5 суток) во время осеннего перемешивания была значительно выше, чем во время весенней гомотермии (соответственно 1,30 и 0,39 мг О₂/л при экспозиции 1 сутки и 1,82 и 0,84 мг О₂/л при экспозиции 5 суток). При близких значениях концентрации общего азота (0,74 мг N/л в два срока наблюдений), преимущественно в органической форме, в течение подледного периода происходило увеличение доли минеральных форм (от 3 до 16 % в общем пуле). В сумме минеральных соединений доминировала аммонийная форма (соответственно 0,024 и 0,114 мг N/л в два срока наблюдений для суммы минеральных форм, в том числе 0,024 и 0,100 мг N/л – для аммонийной формы). Нитратная форма определялась лишь в конце подледного периода (во время весеннего перемешивания – 0,014 мг N/л в общем запасе минеральных форм, равном 0,114 мг N/л). Концентрация общего фосфора в два срока наблюдений оставалась неизменной и равной 0,010–0,011 мг P/л. Фосфатный фосфор, как

и нитритный азот, аналитически не определялся (следовые или нулевые количества), как следует из данных, приведенных в табл. 1.2.2.

Таблица 1.2.2

**Гидроэкологические параметры в оз. Нарочь
в осенне-весенний период 2014–2015 гг.**

Показатель	Дата	
	14.11.14	08.04.15
БПК ₁ , мг О ₂ /л	1,30	0,39
БПК ₅ , мг О ₂ /л	1,82	0,84
Органический углерод общий, мг С/л	5,75	5,39
Органический углерод взвешенный, мг С/л	0,13	0,25
Общий азот, мг N/л	0,741	0,736
Органический азот, мг N/л	0,717	0,622
Сумма минеральных форм азота, мг N/л	0,024	0,114
Аммонийный азот, мг N/л	0,024	0,100
Нитратный азот, мг N/л	0	0,014
Нитритный азот, мг N/л	0	0
Общий фосфор, мг P/л	0,011	0,010
Фосфаты, мг P/л	следы	следы
pH	8,15	8,20
Электропроводность, мкСм	257	229

Во время исследуемого периода активная реакция среды (показатель pH), измеряемая универсальным иономером ЭВ-74, составляла от 8,15 до 8,20 единиц, а общая минерализация, показателем которой служит электропроводность, – 257–229 мкСм.

1.3. Фитопланктон

Характеристика фитопланктона в конце вегетационного сезона 2014 г. и после вскрытия озера в начале весеннего периода 2015 г. приводится только для оз. Нарочь по одноразовым сборам, а именно 13 ноября и 4 апреля. На двух других озерах – Мястро и Баторино – отбор фитопланктонных проб, равно как и проб для определения остальных гидроэкологических показателей, в осенне-зимний и весенний периоды не был проведен по объективным причинам.

Как и в 2013 г., накануне ледостава в осеннем фитопланктоне оз. Нарочь вегетировали 2–5 видов криптоноад, золотистых и диатомовых водорослей с преимущественным развитием по численности и доминированием в общей биомассе двух видов одноклеточных криптоноад – *Rhodomonas pusilla* и *Rhodomonas lens* в сопровождении мелкоклеточного представителя золотистых *Chrysidalis peritaphrena* и колониального представителя диатомовых *Asterionella Formosa* (табл. 1.3.1). Отметим, что в 2014 г. значимость *Rh. pusilla* в доминирующем комплексе была большей, чем в 2013 г., и по численности, и по биомассе.

После вскрытия озера *Chr. peritaphrena* стал лидером по численности организмов, а в доминирующей комплекс по биомассе добавились крупноклеточные представители из динофитовых (*Woloszynskia ordinata*) и золотистых (*Dinobryon sociale* и *Dinobryon divergens*). Такой состав доминирующего комплекса видов определил и степень доминирования криптофитовых и золотистых в величинах развития общего фитопланктона, которые были близки к величинам предыдущего года. Как и в 2013 г., криптофитовые составляли в осенний период 74–84 % в биомассе и численности. После вскрытия озера их относительная значимость уменьшилась до 38,5–42,8 %, а доля золотистых увеличилась от 2,4 (в биомассе) – 11,2 % (в численности организмов) до 23,8 (в биомассе) – 45–50 % (в численности клеток и организмов) – табл. 1.3.2.

Таблица 1.3.1

Доминирующий комплекс видов фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино в осенне-весенний период 2014–2015 гг.

Дата	Виды-доминанты по численности организмов	%	Виды-доминанты по биомассе	%
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1				
Накануне ледостава				
13.11.2014	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	65,0 18,6 9,6	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Asterionella formosa</i>	40,1 30,4 15,0
После вскрытия озера				
08.04.2015	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Cyclotella sp.</i>	37,4 30,3 12,5 7,1	<i>Rhodomonas lens</i> <i>Woloszynskia ordinata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Dinobryon sociale</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Dinobryon divergens</i>	26,9 21,0 14,2 8,4 7,9 5,5 5,2

Таблица 1.3.2

Абсолютные значения показателей количественного развития общего фитопланктона и долевого вклад основных отделов водорослей в общую их численность и биомассу в оз. Нарочь в 2014–2015 гг. накануне ледостава и после вскрытия озера в начале весеннего периода

Дата	Общие величины	Долевой вклад, %					
		сине-зеленых	криптофитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
Численность организмов, млн/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
Накануне ледостава							
13.11.2014	1,82	0,0	84,1	11,2	4,2	0,00	0,5
После вскрытия озера							
08.04.2015	2,31	0,0	42,8	45,1	10,3	0,0	1,8

Дата	Общие величины	Долевой вклад, %					
		сине-зеленых	криптофитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
Численность клеток, млн/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
Накануне ледостава							
13.11.2014	1,97	0,0	77,8	10,3	11,4	0,00	0,5
После вскрытия озера							
08.04.2015	2,57	0,0	38,5	50,6	9,2	0,0	1,6
Биомасса, мг/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
Накануне ледостава							
13.11.2014	0,78	0,0	73,8	2,4	23,6	0,0	0,3
После вскрытия озера							
08.04.2015	0,99	0,0	41,1	23,8	13,6	0,0	21,5

Всего в осенне-весенний период в текущем году в фитопланктоне оз. Нарочь отмечено в количественных пробах 22 вида: 9 диатомовых, 7 золотистых, 3 криптофитовых, 2 динофитовых и 1 представитель хлорококковых водорослей.

Общая сырая биомасса фитопланктона в Малом плесе оз. Нарочь накануне ледостава составляла 0,78 мг/л, в начале весеннего периода – 0,99 мг/л. В предыдущий год величины общей биомассы были несколько ниже: в интегральной пробе – 0,63 и 0,71 мг/л соответственно.

1.4. Бактериопланктон

Исследование бактериального сообщества проводили на пелагической станции Малого плеса оз. Нарочь в осенний период 2014 г. и весенний 2015 г. Полученные данные по численности, биомассе и морфометрическим параметрам бактериопланктона представлены в табл. 1.4.1.

Таблица 1.4.1

Численность, биомасса бактерий и их морфометрические параметры в озерах Нарочанской группы в осенний период 2014 г. и весенний 2015 г.

Дата	Горизонт, м	Численность, млн кл/мл		Площадь, мкм ²		Отношение длины к ширине		Длина, 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									
13.11.2014	Интегральная проба	1,49	0,19	0,26	0,06	1,28	0,05	0,66	0,08
08.04.2015	Интегральная проба	3,66	0,43	0,25	0,04	1,32	0,06	0,66	0,06

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, Буй-1											
13.11.2014	Интегральная проба	0,50	0,05	0,53	0,06	1,76	0,25	0,078	0,027	0,115	0,039
08.04.2015	Интегральная проба	0,49	0,05	0,53	0,05	1,75	0,16	0,074	0,020	0,270	0,079

Численность бактериопланктона в ноябре 2014 г. составила $1,49 \pm 0,19$ млн кл/мл, что соответствует данному периоду предыдущих лет. В апреле же количество бактерий существенно превышало значения, характерные для оз. Нарочь в весеннее время года, – $3,66 \pm 0,43$ млн кл/мл. Биомасса соответственно составляет $0,115 \pm 0,039$ и $0,270 \pm 0,079$ мг/л.

Размерный спектр бактериопланктона представлен на рис. 1.

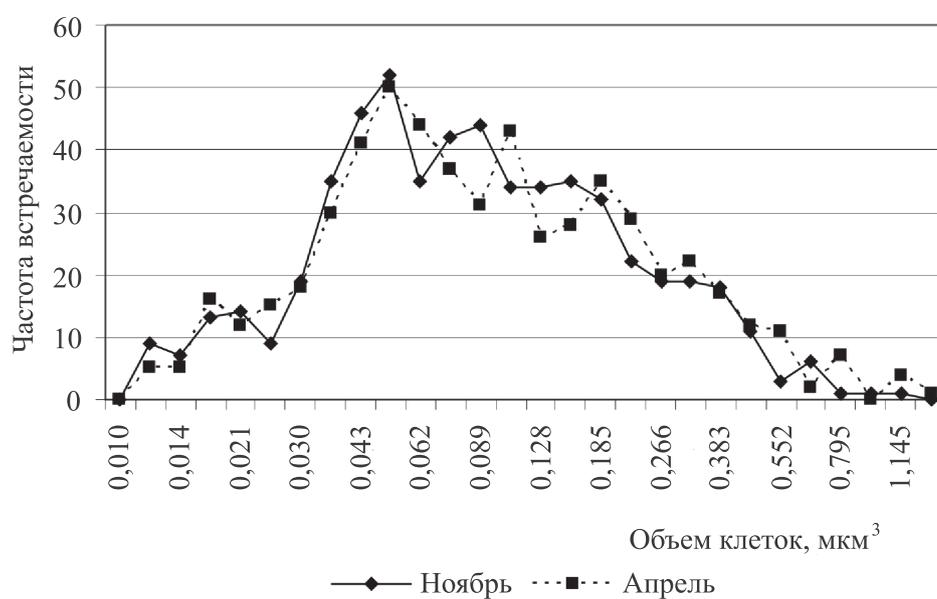


Рис. 1. Размерный спектр бактериопланктона в осенний и весенний период

Объем бактериальных клеток находится в диапазоне $0,012\text{--}1,15$ мкм³. Максимальное их количество в исследуемый период представлено в основном мелкими кокками – от $0,04$ до $0,10$ мкм³.

2. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В ВЕГЕТАЦИОННОМ СЕЗОНЕ 2015 г.

2.1. Температура воды

Сравнение температурного режима воздуха и воды каждого текущего года с многолетними значениями особенно интересно в меняющихся климатических условиях. На рис. 2 приведены среднемесячные значения температуры воздуха в районе биостанции в апреле – октябре 2008–2015 гг. В текущем году температура воздуха в начале и конце вегетационного сезона была несколько ниже среднего многолетнего уровня при близких значениях в летние месяцы.

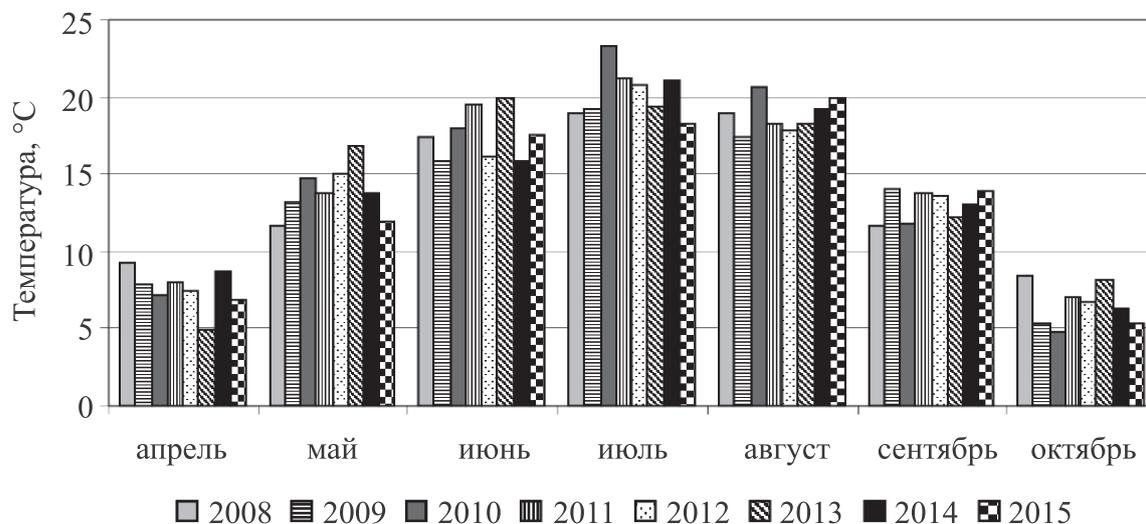


Рис. 2. Динамика среднемесячной температуры воздуха в районе биостанции в апреле – октябре 2008–2015 гг.

В начале вегетационного сезона (май) водная масса оз. Нарочь характеризовалась относительной гомотермией. В конце второй декады мая, как следует из приведенных в табл. 2.1.1 данных, температура воды составляла 11,0 °С у поверхности и 10,4 °С в придонном слое. В течение летнего периода (июнь – август) в Малом и Большом плесах наблюдалась выраженная температурная стратификация водного слоя. В июне градиент температур между поверхностным и придонным слоями в обоих плесах был близок к 5 °С (18,7–13,6 и 18,5–13,3 °С). В июле шло постепенное разрушение стратификации водной массы и градиенты температуры снизились, составив 3,6 °С в Малом плесе и 3,0 °С в Большом (19,0–20,2 и 15,4–17,2 °С). В августе при жаркой штилевой погоде и активном прогреве верхних слоев воды температурные градиенты оказались высокими, составив 6,6 °С в Малом плесе и 8,2 °С в Большом (24,0–17,4 и 26,0–17,8 °С соответственно). В конце вегетационного сезона водная масса вновь стала гомотермной с температурой 16,5 °С в середине сентября и 11,2–11,4 °С в середине октября. Для озер Мястро и Баторино для всего периода открытой воды была характерна гомотермия с небольшим расслоением в июне (Мястро) и августе (Баторино) (см. табл. 2.1.1).

Таблица 2.1.1

Температура воды (°C) в озерах (вегетационный сезон 2015 г.)

Озеро	Горизонт, м	Месяц					
		V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь, Малый плес	0,5	11,0	18,7	19,0	24,0	16,5	11,3
	3,0	10,6	18,7	19,0	23,0	16,5	11,2
	6,0	10,5	17,6	19,0	19,5	16,5	11,2
	8,0	10,4	16,6	18,7	20,3	16,5	11,2
	12,0	10,4	14,4	15,7	20,3	16,5	11,2
	16,0	10,4	13,6	15,4	17,4	16,1	11,2
Нарочь, Большой плес	0,5	н	18,5	20,2	26,0	16,5	11,5
	3,0	н	18,5	20,0	26,0	16,5	11,4
	6,0	н	18,5	19,9	26,0	16,6	11,3
	8,0	н	18,4	19,5	26,0	16,5	11,4
	12,0	н	14,6	19,3	18,0	16,5	11,5
	16,0	н	13,3	17,2	17,8	16,5	11,4
Мястро, пелагиаль	0,5	13,0	19,5	20,2	21,3	16,0	8,8
	4,0	12,8	19,1	20,0	21,5	16,0	8,7
	7,0	12,7	17,6	19,9	21,4	16,0	8,7
	9,0	12,5	17,0	19,1	19,0	16,0	8,7
Баторино, пелагиаль	0,5	14,5	19,3	19,1	21,7	14,8	7,0
	3,0	14,4	19,0	19,0	21,8	14,7	7,1
	5,0	14,3	18,8	19,0	19,1	15,3	8,2

Примечание. Здесь и далее «н» – отсутствие определения.

Среднесезонная температура воды в поверхностном слое в оз. Нарочь в текущем году была близка к таковой в последние годы, а в озерах Мястро и Баторино – несколько ниже значений в предыдущих сезонах. Межгодовые колебания температуры в придонном слое отражают не только климатические, но и динамические условия водной массы (табл. 2.1.2).

Таблица 2.1.2

Среднесезонные величины температуры (°C) воды в озерах в 2015 г. в сравнении с многолетними данными за период 2006–2014 гг.

Озеро	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$
Нарочь	16,2	4,3	16,8	4,4	16,5	3,1	17,0	4,0	17,6	4,2	17,0	5,1
	13,6	3,0	11,8	3,2	13,8	4,3	10,7	3,0	14,4	2,4	14,2	2,9
Мястро	16,8	4,9	17,3	6,0	18,1	4,2	18,8	4,6	17,8	5,0	16,5	4,8
	14,6	3,6	14,6	4,9	15,7	3,3	14,3	3,8	15,8	3,6	15,4	4,1
Баторино	16,6	5,3	17,2	6,7	17,9	4,1	18,5	5,2	16,8	4,7	16,1	5,2
	15,5	4,4	15,6	6,0	17,0	3,6	17,0	4,8	15,7	4,1	15,8	4,3

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

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

2.2. Прозрачность воды

Прозрачность воды в течение вегетационного сезона текущего года в оз. Нарочь колебалась от 4,50 до 8,00 м с экстремально низкими величинами в августе в Малом плесе и максимальными – в мае, составив в среднем для вегетационного сезона $6,57 \pm 1,27$ м в Малом плесе и $6,83 \pm 0,93$ м – в Большом плесе. В оз. Мястро размах колебаний прозрачности составил от 5,10 м в мае до 2,50 м в августе (в среднем для сезона – $3,61 \pm 0,88$ м), в оз. Баторино прозрачность воды изменялась от 1,10 м в августе до 1,80 м в октябре, составив в среднем для сезона $1,35 \pm 0,26$ м (табл. 2.2.1).

Как свидетельствуют приведенные в табл. 2.2.2 данные, средние для вегетационного сезона 2015 г. величины прозрачности воды в озерах Нарочь и Мястро оказались несколько ниже, чем в последние годы, в оз. Баторино находились в пределах многолетних колебаний.

Таблица 2.2.1

Прозрачность воды (м) в озерах (вегетационный сезон 2015 г.)

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь , Малый плес	8,00	7,70	6,60	4,50	5,90	6,70
Большой плес	н	7,70	6,80	5,50	6,20	6,80
Мястро	5,10	3,60	3,30	2,50	3,20	3,95
Баторино	1,25	1,25	1,20	1,10	1,50	1,80

Таблица 2.2.2

Среднесезонные величины прозрачности воды (м) в озерах в 2015 г. в сравнении с многолетними данными за период 2006–2014 гг.

Озеро	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
Нарочь	7,02	0,87	6,53	1,03	7,37	1,42	7,11	1,01	7,26	0,37	6,70	1,07
Мястро	3,80	0,95	3,98	1,31	4,16	0,81	4,28	1,01	4,03	0,77	3,61	0,88
Баторино	1,47	0,42	1,56	0,65	1,25	0,30	1,46	0,31	1,30	0,09	1,35	0,26

2.3. Растворенный в воде кислород

Кислородный режим в Нарочанских озерах в вегетационный сезон 2015 г. представлен в табл. 2.3.1. В оз. Нарочь в начале вегетационного сезона наблюдалась гомоокисления с насыщением водной массы кислородом, близким к 100 %. Однако в июне – августе на станциях наблюдений в Малом и Большом плесах произошло заметное расслоение (дихотомия) водной массы. В июне при значительном перенасыщении поверхностного слоя (110–115 %) в придонном слое насыщение составило 90–95 %. В июле при насыщении воды растворенным кислородом в поверхностном слое, близком к 100 %, содержание кислорода в придонном слое снизилось до 31 % в Малом плесе и 41 % – в Большом. В августе, как и в июне, поверхностные слои были перенасыщены кислородом (до 117–122 %), а в придонном слое в Малом плесе насыщение составило всего 28 % (в Большом – 56 %). Тем не менее ситуация в текущем году была менее напряженной, чем в предыдущем, когда в

Малом плесе содержание растворенного кислорода в придонном слое в июне составило 53 % насыщения, в июле – 39 %, а в августе – всего лишь 4 % насыщения. В сентябре – октябре вновь наблюдалась гомооксигения с насыщением воды кислородом, равным 90–95 %.

В оз. Мястро в мае и сентябре – октябре кислородный режим был обычен для этого водоема с насыщением воды кислородом от 90 до 105 % в поверхностном слое. В июне и августе, в меньшей мере в июле наблюдалась кислородная дихотомия с низким содержанием растворенного в воде кислорода в придонном слое (соответственно 21, 71 и 35 % насыщения). В оз. Баторино кислородный режим оставался благоприятным для гидробионтов на протяжении всего рассмотренного периода, как следует из данных, представленных в табл. 2.3.1.

Таблица 2.3.1

**Содержание кислорода (мг/л, % насыщения) в толще воды в озерах
(вегетационный сезон 2015 г.)**

Показатель	Горизонт, м	Месяц					
		V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
Кислород, мг O ₂ /л	0,5	10,91	10,64	9,06	9,73	9,27	10,38
	3,0	10,98	10,70	9,16	10,18	9,17	10,25
	6,0	11,17	10,48	9,13	8,84	9,27	10,25
	8,0	11,18	10,54	8,69	7,69	9,27	10,25
	12,0	11,07	10,04	3,89	5,23	9,20	10,25
	15,5	11,10	9,79	3,10	2,65	8,72	9,95
Насыщение, %	0,5	99,2	114,8	98,4	116,8	95,4	94,9
	3,0	98,8	115,4	99,4	119,7	94,5	93,6
	6,0	100,2	110,6	99,1	96,9	95,4	93,6
	8,0	100,2	108,8	93,7	85,7	95,4	93,6
	12,0	99,2	98,7	39,4	58,3	94,8	93,6
	15,5	99,5	94,5	31,2	27,8	89,0	90,9
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
Кислород, мг O ₂ /л	0,5		10,10	8,87	9,44	8,90	10,16
	3,0		10,17	9,09	9,76	8,93	10,16
	6,0		10,17	8,87	8,87	8,87	10,04
	8,0		10,07	8,94	8,80	8,81	10,04
	12,0		9,99	7,90	6,70	8,78	10,04
	16,0		9,48	3,89	5,26	9,33	10,07
Насыщение, %	0,5		108,6	98,8	117,7	91,6	93,5
	3,0		109,3	100,8	121,7	92,0	93,2
	6,0		109,3	98,2	110,6	91,5	91,9
	8,0		108,1	98,0	109,8	90,7	92,1
	12,0		98,8	86,4	71,3	90,4	92,4
	16,0		90,9	40,7	55,8	96,1	92,4

Показатель	Горизонт, м	Месяц					
		V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Мястро, пелагиаль							
Кислород, мг O ₂ /л	0,5	11,12	8,75	9,00	9,41	9,72	10,70
	4,0	11,13	8,89	8,78	9,42	9,60	10,73
	7,0	10,99	4,28	7,65	9,17	9,66	10,66
	9,0	10,96	2,00	6,54	3,21	9,24	10,61
Насыщение, %	0,5	105,9	96,0	100,2	107,0	99,0	92,2
	4,0	105,5	96,7	97,3	107,7	97,8	92,2
	7,0	107,0	45,2	84,6	104,5	98,4	91,5
	9,0	103,2	20,8	71,1	34,9	94,0	91,2
Озеро Баторино, пелагиаль							
Кислород, мг O ₂ /л	0,5	9,69	8,56	8,50	8,33	9,68	10,15
	3,0	9,68	8,42	8,48	8,35	9,63	10,13
	5,0	9,45	8,14	8,25	7,14	9,60	10,09
Насыщение, %	0,5	95,5	93,6	92,5	95,5	96,0	83,6
	3,0	95,1	91,4	92,1	96,0	95,4	83,7
	5,0	92,8	88,0	89,6	77,7	96,3	85,6

В целом кислородный режим в текущем сезоне был близок к многолетним среднесезонным значениям (табл. 2.3.2).

Таблица 2.3.2

Среднесезонные величины насыщения воды кислородом (%) в озерах в 2015 г. в сравнении с многолетними данными за период 2006–2014 гг.

Озеро	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	\bar{X}	$\pm SD$	\bar{X}	$\pm SD$	\bar{X}	$\pm SD$						
Нарочь	$\frac{102,3}{80,4}$	$\frac{6,3}{26,4}$	$\frac{103,2}{66,9}$	$\frac{6,2}{35,7}$	$\frac{100,6}{84,0}$	$\frac{9,2}{19,5}$	$\frac{101,8}{76,8}$	$\frac{8,6}{24,7}$	$\frac{104,9}{63,1}$	$\frac{6,5}{32,7}$	$\frac{102,4}{75,7}$	$\frac{9,5}{28,1}$
Мястро	$\frac{101,1}{70,4}$	$\frac{10,9}{28,9}$	$\frac{104,9}{74,3}$	$\frac{11,7}{29,7}$	$\frac{100,4}{65,7}$	$\frac{13,3}{26,8}$	$\frac{103,3}{52,3}$	$\frac{16,4}{35,3}$	$\frac{98,6}{72,3}$	$\frac{6,1}{34,4}$	$\frac{100,1}{69,2}$	$\frac{5,7}{34,0}$
Баторино	$\frac{100,6}{89,8}$	$\frac{7,4}{17,6}$	$\frac{100,4}{76,4}$	$\frac{9,5}{27,5}$	$\frac{97,8}{84,3}$	$\frac{9,8}{11,8}$	$\frac{100,8}{81,0}$	$\frac{12,9}{15,8}$	$\frac{96,2}{87,2}$	$\frac{7,7}{10,1}$	$\frac{92,8}{88,3}$	$\frac{4,7}{6,4}$

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

2.4. Концентрация водородных ионов (рН)

Активная реакция среды в Нарочанских озерах слабощелочная. В оз. Нарочь пределы колебаний показателя рН на протяжении сезона составили 8,26–8,55 в Малом плесе и 8,29–8,53 – в Большом, в среднем для вегетационного сезона соответственно $8,40 \pm 0,11$ и $8,45 \pm 0,10$. В воде оз. Мястро среднесезонная величина рН равна $8,43 \pm 0,12$ (пределы

колебаний 8,27–8,58) и в воде оз. Баторино – $8,48 \pm 0,13$ (пределы колебаний 8,31–8,67), как указано в табл. 2.4.1.

Таблица 2.4.1

**Концентрация водородных ионов (рН) в озерах
(интегральная проба воды, вегетационный сезон 2015 г.)**

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь , Малый плес	8,37	8,55	8,33	8,39	8,51	8,26
Большой плес	н	8,53	8,49	8,42	8,50	8,29
Мястро	8,49	8,36	8,37	8,51	8,58	8,27
Баторино	8,44	8,49	8,49	н	8,67	8,31

Значения этого показателя в многолетнем ряду, как представлено в табл. 2.4.2, свидетельствуют о величинах рН в текущем сезоне, близких к средним многолетним значениям.

Таблица 2.4.2

**Среднесезонные величины концентрации
водородных ионов (рН) в озерах в 2015 г. в сравнении
с многолетними данными за период 2006–2014 гг.**

Озеро	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
Нарочь	8,19	0,37	7,97	0,11	8,37	0,16	8,47	0,18	8,26	0,19	8,42	0,10
Мястро	8,37	0,23	8,00	0,24	8,43	0,15	8,55	0,12	8,39	0,07	8,43	0,12
Баторино	8,43	0,31	8,11	0,16	8,54	0,12	8,64	0,16	8,49	0,12	8,48	0,13

2.5. Углерод органический общий и взвешенный

Концентрация органического вещества в пересчете на органический углерод в воде оз. Нарочь в среднем для вегетационного сезона составляла $5,86 \pm 0,68$ (Малый плес) и $6,02 \pm 0,69$ (Большой плес) мг С/л (пределы колебаний от 5,08 до 7,11 и от 5,19 до 7,07 мг С/л соответственно), в оз. Мястро – $8,66 \pm 0,49$ мг С/л (пределы колебаний 8,13–9,52 мг С/л), в оз. Баторино – $12,18 \pm 0,85$ мг С/л (пределы колебаний 10,78–12,95 мг С/л). Органическое вещество представлено в основном растворенными соединениями. Доля взвешенной фракции невелика и возрастает с увеличением трофности озер: $5,1 \pm 1,8$ и $6,4 \pm 2,4$ % от общего содержания органического углерода в воде Малого и Большого плесов оз. Нарочь, $7,9 \pm 2,9$ % – в оз. Мястро и $15,8 \pm 5,8$ % – в оз. Баторино. Концентрация взвешенного органического углерода для вегетационного сезона была равна соответственно $0,30 \pm 0,10$ (пределы колебаний 0,23–0,49 мг С/л) и $0,38 \pm 0,10$ (пределы колебаний 0,29–0,54 мг С/л) в двух плесах оз. Нарочь, $0,69 \pm 0,30$ (пределы колебаний 0,43–1,27 мг С/л) в оз. Мястро и $1,95 \pm 0,78$ (пределы колебаний 1,04–3,06 мг С/л) в оз. Баторино, как следует из данных табл. 2.5.1.

Таблица 2.5.1

Концентрация общего ($C_{\text{общ}}$) и взвешенного ($C_{\text{взвеш}}$) органического углерода (мг С/л) в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2015 г.)

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
$C_{\text{общ}}$	5,08	7,11	5,56	5,70	5,81	5,89
$C_{\text{взвеш}}$	0,24	0,26	0,27	0,49	0,30	0,23
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
$C_{\text{общ}}$	н	7,07	6,18	5,94	5,19	5,72
$C_{\text{взвеш}}$	н	0,31	0,29	0,42	0,54	0,33
Озеро Мястро						
$C_{\text{общ}}$	8,34	8,58	8,13	9,52	8,88	8,50
$C_{\text{взвеш}}$	0,43	0,54	0,58	1,27	0,78	0,54
Озеро Баторино						
$C_{\text{общ}}$	10,78	12,95	12,62	12,85	12,33	11,53
$C_{\text{взвеш}}$	1,04	1,69	3,06	2,27	2,45	1,20

Показатели содержания органического вещества в воде Нарочанских озер в вегетационный сезон текущего года близки к средним многолетним значениям за период 2006–2014 гг. (табл. 2.5.2).

Таблица 2.5.2

Среднесезонные величины концентрации общего и взвешенного углерода (мг С/л) в озерах в 2015 г. в сравнении с многолетними данными за период 2006–2014 гг.

Озеро	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	\bar{X}	$\pm SD$										
Нарочь	$\frac{5,57}{0,25}$	$\frac{0,58}{0,08}$	$\frac{5,65}{0,28}$	$\frac{0,78}{0,06}$	$\frac{5,77}{0,26}$	$\frac{0,31}{0,09}$	$\frac{5,92}{0,19}$	$\frac{0,47}{0,05}$	$\frac{5,51}{0,24}$	$\frac{0,45}{0,05}$	$\frac{5,93}{0,33}$	$\frac{0,65}{0,10}$
Мястро	$\frac{9,22}{0,63}$	$\frac{0,89}{0,31}$	$\frac{8,98}{0,63}$	$\frac{0,52}{0,26}$	$\frac{8,64}{0,71}$	$\frac{0,67}{0,30}$	$\frac{9,22}{0,42}$	$\frac{0,56}{0,22}$	$\frac{8,54}{0,56}$	$\frac{0,48}{0,15}$	$\frac{8,66}{0,69}$	$\frac{0,49}{0,30}$
Баторино	$\frac{12,55}{1,77}$	$\frac{1,46}{0,70}$	$\frac{12,13}{1,65}$	$\frac{1,47}{0,75}$	$\frac{12,39}{2,43}$	$\frac{1,43}{0,73}$	$\frac{11,98}{1,51}$	$\frac{1,06}{0,53}$	$\frac{12,53}{1,84}$	$\frac{0,59}{0,42}$	$\frac{12,18}{1,95}$	$\frac{0,85}{0,78}$

Примечание. В числителе – показатели для общего, в знаменателе – для взвешенного органического углерода.

2.6. Фосфор общий и фосфатный

Среднесезонная концентрация общего фосфора в воде оз. Нарочь на станциях наблюдений в Малом и Большом плесах была близка, составив соответственно $0,012 \pm 0,003$ и $0,013 \pm 0,003$ мг Р/л с пределами колебаний в течение вегетационного сезона от 0,009 до 0,017 мг Р/л. В воде оз. Мястро средняя для вегетационного сезона концентрация была равна $0,032 \pm 0,008$ мг Р/л (пределы колебаний 0,024–0,045 мг Р/л), в оз. Баторино –

0,036 ± 0,002 мг Р/л с незначительными пределами колебаний: 0,032–0,038 мг Р/л. Фосфаты в воде Нарочанских озер обнаруживаются, как правило, в незначительных количествах (менее 0,005 мг Р/л). Исключение составляет оз. Мястро, где в конце вегетационного сезона концентрация фосфатов повысилась до 0,007 мг/л, и оз. Баторино с показателем в начале вегетационного сезона 0,006 мг Р/л (табл. 2.6.1).

Таблица 2.6.1

Концентрация общего фосфора ($P_{\text{общ}}$) и фосфатов ($P-PO_4^{3-}$) (мг Р/л) в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2015 г.)

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
$P_{\text{общ}}$	0,010	0,010	0,013	0,017	0,012	0,010
$P-PO_4^{3-}$	0,001	0	0,001	0,001	0	0,001
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
$P_{\text{общ}}$	–	0,012	0,014	0,016	0,015	0,009
$P-PO_4^{3-}$	–	0	0	0,001	0	0,001
Озеро Мястро						
$P_{\text{общ}}$	0,024	0,026	0,032	0,045	0,038	0,026
$P-PO_4^{3-}$	0,002	0,001	0,002	0,003	0,007	0
Озеро Баторино						
$P_{\text{общ}}$	0,037	0,036	0,037	0,035	0,038	0,032
$P-PO_4^{3-}$	0,006	0	0	0	0	0,001

Среднесезонные многолетние величины концентрации общего фосфора в озерах Нарочь и Баторино остаются стабильными, тогда как для оз. Мястро характерна высокая вариабельность межгодовых значений. Продолжается тенденция сближения концентраций общего фосфора в воде озер Мястро и Баторино (табл. 2.6.2).

Таблица 2.6.2

Среднесезонные величины общего и фосфатного фосфора (мг Р/л) в озерах в 2015 г. в сравнении с многолетними данными за период 2006–2014 гг.

Озеро	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	X	$\pm SD$										
Нарочь	$\frac{0,015}{0,001}$	$\frac{0,003}{0,001}$	$\frac{0,012}{0,001}$	$\frac{0,004}{0,001}$	$\frac{0,011}{0,001}$	$\frac{0,004}{0,001}$	$\frac{0,011}{0,001}$	$\frac{0,004}{0,001}$	$\frac{0,013}{0,000}$	$\frac{0,002}{0,000}$	$\frac{0,013}{0,001}$	$\frac{0,003}{0,001}$
Мястро	$\frac{0,042}{0,010}$	$\frac{0,022}{0,014}$	$\frac{0,032}{0,004}$	$\frac{0,012}{0,006}$	$\frac{0,027}{0,003}$	$\frac{0,009}{0,003}$	$\frac{0,023}{0,005}$	$\frac{0,007}{0,004}$	$\frac{0,027}{0,004}$	$\frac{0,013}{0,005}$	$\frac{0,032}{0,003}$	$\frac{0,008}{0,002}$
Баторино	$\frac{0,033}{0,001}$	$\frac{0,007}{0,001}$	$\frac{0,029}{0,000}$	$\frac{0,005}{0,001}$	$\frac{0,033}{0,000}$	$\frac{0,009}{0,003}$	$\frac{0,023}{0,001}$	$\frac{0,007}{0,001}$	$\frac{0,032}{0,000}$	$\frac{0,005}{0,000}$	$\frac{0,036}{0,001}$	$\frac{0,002}{0,002}$

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

2.7. Азот общий и минеральный

Общее содержание соединений азота в воде оз. Нарочь в вегетационный сезон текущего года изменялось от 0,38 до 0,75 мг N/л, составив в среднем для сезона в Малом и Большом плесах соответственно $0,50 \pm 0,10$ и $0,54 \pm 0,16$ мг N/л. В воде оз. Мястро средняя для сезона концентрация равна $0,56 \pm 0,05$ мг N/л, в оз. Баторино – $0,86 \pm 0,22$ мг N/л (пределы колебаний соответственно 0,51–0,63 и 0,64–1,10 мг N/л), как следует из данных, приведенных в табл. 2.7.1. Общий запас азота представлен главным образом органическими соединениями. Доля минерального азота в воде всех трех озер колеблется в среднем для вегетационного сезона от 12–14 % в оз. Нарочь до 16 % в оз. Мястро и 28 % в оз. Баторино. Концентрация минерального азота в Малом и Большом плесах оз. Нарочь была равна соответственно $0,056 \pm 0,029$ и $0,062 \pm 0,027$ мг N/л, преимущественно за счет аммонийной формы. Нитратный и нитритный азот находились в нулевых или следовых количествах.

В воде оз. Мястро содержание минерального азота, тоже преимущественно в аммонийной форме, в среднем для сезона составило $0,086 \pm 0,037$ мг N/л (пределы колебаний 0,040–0,149 мг N/л). В воде оз. Баторино общая концентрация азота в минеральной форме была равна $0,228 \pm 0,105$ мг N/л (пределы колебаний 0,124–0,409 мг N/л). В сумме минеральных форм, так же как в озерах Нарочь и Мястро, доминировала аммонийная, однако здесь в начале вегетационного сезона нитратный азот преобладал над аммонийным. Заметные количества нитратного и даже нитритного азота зафиксированы в конце вегетационного сезона (см. табл. 2.7.1).

Таблица 2.7.1

Концентрация общего и минерального азота (мг N/л) в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2015 г.)

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
$N_{\text{общ}}$	0,597	0,437	0,621	0,489	0,378	0,457
$N_{\text{орг}}$	0,564	0,356	0,587	0,386	0,341	0,411
$N_{\text{минер}}$	0,033	0,081	0,034	0,103	0,037	0,046
$N\text{-NH}_4^+$	0,030	0,078	0,031	0,100	0,036	0,046
$N\text{-NO}_3^-$	0,003	0,003	0,003	0,003	0,001	0
$N\text{-NO}_2^-$	0	0	0	0	0	0
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
$N_{\text{общ}}$	н	0,407	н	0,568	0,427	0,748
$N_{\text{орг}}$	н	0,324	н	0,469	0,382	0,704
$N_{\text{минер}}$	н	0,083	0,040	0,099	0,045	0,044
$N\text{-NH}_4^+$	н	0,083	0,039	0,097	0,037	0,044
$N\text{-NO}_3^-$	н	0	0,001	0,002	0,008	0
$N\text{-NO}_2^-$	н	0	0	0	0	0

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Мястро						
N _{общ}	0,561	0,512	0,542	0,559	н	0,633
N _{орг}	0,412	0,422	0,457	0,519	н	0,540
N _{минер}	0,149	0,090	0,085	0,040	0,061	0,093
N-NH ₄ ⁺	0,143	0,082	0,085	0,035	0,053	0,093
N-NO ₃ ⁻	0,004	0,008	0	0,005	0,007	0
N-NO ₂ ⁻	0,002	0	0	0	0,001	0
Озеро Баторино						
N _{общ}	0,988	0,639	н	0,716	н	1,096
N _{орг}	0,579	0,473	н	0,592	н	0,810
N _{минер}	0,409	0,166	0,222	0,124	0,159	0,286
N-NH ₄ ⁺	0,191	0,165	0,219	0,120	0,153	0,253
N-NO ₃ ⁻	0,214	0,001	0,003	0,004	0,006	0,027
N-NO ₂ ⁻	0,004	0	0	0	0	0,006

Сравнительные данные о концентрациях соединений азота указывают, что в воде всех трех озер в текущем сезоне концентрации общего азота, как и в предыдущем сезоне, были несколько ниже величин многолетнего ряда. Сумма минеральных форм азота в воде озер Нарочь и Баторино была несколько выше средних многолетних, оставаясь на многолетнем уровне в оз. Мястро, как следует из данных, представленных в табл. 2.7.2.

Таблица 2.7.2

**Среднесезонные величины концентрации азота (мг N/л) в озерах в 2015 г.
в сравнении с многолетними данными за период 2006–2014 гг.**

Показатель	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	X	±SD	X	±SD	X	±SD	X	±SD	X	±SD	X	±SD
Озеро Нарочь												
N _{общ}	0,810	0,280	0,960	0,200	1,170	0,570	1,160	0,330	0,590	0,110	0,513	0,117
N _{минер}	0,049	0,037	0,047	0,014	0,050	0,022	0,045	0,017	0,032	0,007	0,059	0,027
N-NH ₄ ⁺	0,043	0,038	0,040	0,013	0,040	0,014	0,041	0,017	0,032	0,077	0,056	0,027
N-NO ₃ ⁻	0,005	0,005	0,007	0,007	0,010	0,009	0,004	0,002	0	0	0,002	0,002
Озеро Мястро												
N _{общ}	1,070	0,310	1,260	0,320	1,470	0,750	1,050	0,210	0,640	0,220	0,561	0,045
N _{минер}	0,096	0,037	0,096	0,051	0,093	0,031	0,098	0,022	0,085	0,012	0,086	0,037
N-NH ₄ ⁺	0,081	0,034	0,079	0,042	0,081	0,022	0,082	0,024	0,083	0,011	0,082	0,037
N-NO ₃ ⁻	0,015	0,017	0,016	0,024	0,013	0,017	0,015	0,016	0,002	0,000	0,004	0,003

Показатель	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
Озеро Баторино												
$N_{\text{общ}}$	1,320	0,510	1,370	0,280	1,850	0,380	1,270	0,340	0,880	0,280	0,860	0,217
$N_{\text{минер}}$	0,183	0,110	0,247	0,120	0,196	0,128	0,235	0,231	0,259	0,203	0,228	0,105
$N-NH_4^+$	0,134	0,049	0,189	0,079	0,142	0,065	0,134	0,062	0,252	0,196	0,184	0,048
$N-NO_3^-$	0,049	0,085	0,057	0,102	0,054	0,082	0,095	0,175	0,006	0,008	0,043	0,085

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

Содержание взвешенных в воде веществ (сестона) определялось в двух размерных фракциях: общее содержание взвеси, собранное на мембранных фильтрах с диаметром пор 0,4 мкм, где улавливается практически вся взвесь (проводится с 2010 г.), и фракция сестона, задерживаемая на фильтрах с диаметром 1,5 мкм (принятый нами стандарт в многолетнем мониторинге). Разность между ними представляет мелкодисперсную фракцию.

В оз. Нарочь среднее для вегетационного сезона содержание сестона в двух различных фракциях составляло соответственно $1,00 \pm 0,39$ и $1,46 \pm 0,39$ мг/л (Малый плес) и $1,27 \pm 0,40$ и $1,75 \pm 0,46$ мг/л (Большой плес), в оз. Мястро – соответственно $2,41 \pm 0,93$ и $3,09 \pm 0,77$ мг/л, а в оз. Баторино – $7,60 \pm 2,27$ и $9,08 \pm 2,36$ мг/л на фильтрах с диаметром пор 1,5 мкм и 0,4 мкм, как указано в табл. 2.8.1.

Таблица 2.8.1

Концентрация сестона (мг/л) и зольных элементов (%) в его составе в озерах (интегральная проба воды, вегетационный сезон 2015 г.)

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
$C_{\text{сестр}}$ мг/л	$\frac{0,82}{1,21}$	$\frac{0,74}{1,09}$	$\frac{0,81}{1,33}$	$\frac{1,78}{2,17}$	$\frac{0,99}{1,62}$	$\frac{0,85}{1,32}$
Зола, %	41,2	29,5	33,9	44,9	39,6	46,4
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
$C_{\text{сестр}}$ мг/л	н	$\frac{0,85}{1,19}$	$\frac{0,85}{1,35}$	$\frac{1,42}{1,86}$	$\frac{1,71}{2,12}$	$\frac{1,54}{2,21}$
Зола, %	н	28,6	37,0	23,7	19,3	30,3
Озеро Мястро						
$C_{\text{сестр}}$ мг/л	$\frac{1,43}{2,71}$	$\frac{1,83}{2,69}$	$\frac{2,03}{2,19}$	$\frac{4,05}{4,39}$	$\frac{2,86}{3,53}$	$\frac{2,27}{3,05}$
Зола, %	39,2	41,2	42,5	37,4	45,2	52,3
Озеро Баторино						
$C_{\text{сестр}}$ мг/л	$\frac{6,04}{8,28}$	$\frac{6,90}{8,47}$	$\frac{11,33}{12,78}$	$\frac{8,44}{9,44}$	$\frac{8,13}{9,90}$	$\frac{4,77}{5,58}$
Зола, %	65,5	51,0	45,9	46,1	39,7	49,7

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

Мелкозернистая фракция ($> 0,4 - < 1,5$ мкм) в сестоне оз. Нарочь колебалась в течение сезона от 18 до 39 %, составив в среднем $32,7 \pm 7,8$ % в воде Малого плеса и $27,8 \pm 6,7$ % в воде Большого плеса от общего содержания сестона. Содержание мелкозернистой фракции в оз. Мястро составило $23,1 \pm 15,3$ % при колебаниях от 7 до 47 %. В оз. Баторино доля мелкозернистой фракции была несколько ниже, чем в двух других озерах, и в течение сезона изменялась в пределах от 11 % в августе до 27 % в начале вегетационного сезона, составив в среднем $16,7 \pm 6,0$ %.

Минеральная компонента взвеси (зольность сестона) равна примерно половине общего ее содержания, несколько возрастает от оз. Нарочь к озерам Мястро и Баторино и составляет в среднем для сезона $39,3 \pm 6,5$ и $39,0 \pm 11,1$ % в Малом и Большом плесах оз. Нарочь, $43,0 \pm 5,3$ % в оз. Мястро и $49,7 \pm 8,7$ % в оз. Баторино.

Средние для вегетационного сезона величины концентрации взвешенных в воде веществ и минеральной компоненты сестона (сопоставлены результаты для взвеси, собранной на фильтры с диаметром пор 1,5 мкм) в текущем году были близки к средним многолетним значениям (табл. 2.8.2).

Таблица 2.8.2

Среднесезонные величины концентрации сестона, зольных элементов в его составе в озерах в 2015 г. в сравнении с многолетними данными за период 2006–2014 гг.

Показатель	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
Озеро Нарочь												
$C_{сестр}$ мг/л	0,87	0,25	1,00	0,19	0,92	0,26	0,93	0,21	0,78	0,12	1,12	0,40
Зола, %	41,7	7,6	43,3	5,6	38,3	5,8	41,3	8,6	33,7	8,7	39,1	8,4
Озеро Мястро												
$C_{сестр}$ мг/л	2,41	1,27	2,52	1,39	2,76	1,56	1,95	0,64	2,24	0,72	2,41	0,93
Зола, %	44,8	7,6	46,0	10,0	45,7	8,6	41,5	7,1	49,5	4,6	43,0	5,3
Озеро Баторино												
$C_{сестр}$ мг/л	6,42	2,35	7,04	3,23	8,55	2,79	6,38	2,19	7,07	0,93	7,60	2,27
Зола, %	46,0	6,9	52,3	5,6	42,9	3,9	47,3	4,7	48,5	7,1	49,7	8,7

2.9. Содержание хлорофилла *a* в сестоне

Ледостав на озерах зимой 2015 г., как и в прошлом году, был коротким (на оз. Нарочь около 75 дней), что определило интенсивное развитие фитопланктона еще подо льдом с максимумом в апреле. Результаты, отражающие сезонную динамику абсолютного и относительного содержания хлорофилла *a* в трех озерах в 2015 г., приведены в табл. 2.9.1. Характер сезонной динамики содержания хлорофилла в 2015 г. в оз. Нарочь практически полностью совпал с динамикой прошлого года, лишь с несколько более высоким уровнем величин на протяжении вегетационного сезона (май – октябрь). Обычный для лет с более продолжительным ледоставом весенний максимум в мае в этот год в оз. Нарочь не наблюдался. Наиболее высокие величины на протяжении сезона в 2015 г. были отмечены в августе – сентябре. Как и в прошлом году, проявилась тенденция несколько более высокой концентрации сестона и содержания хлорофилла в Большом плесе озера по сравнению с

Малым, что, по-видимому, связано прежде всего с некоторыми различиями динамики водной массы в периоды временной температурной стратификации и ее разрушения на акватории плесов. Осредненные за вегетационный сезон абсолютные величины хлорофилла, полученные на фильтрах с размером пор 1,5 мкм, в Большом плесе составили $1,55 \pm 0,50$ мкг/л, в Малом – $1,33 \pm 0,31$ мкг/л, а на фильтрах 0,4 мкм – $2,26 \pm 0,55$ мкг/л и $2,14 \pm 0,83$ мкг/л соответственно. Мелкодисперсная фракция хлорофилла *a* ($> 0,4 - < 1,5$ мкм) закономерно колебалась в течение сезона от 21 до 46 %, составив в среднем $37,1 \pm 10,1$ % для Малого плеса и $32,0 \pm 8,2$ % – для Большого. Относительное содержание хлорофилла в сухой массе двух размерных фракций сестона практически совпало, составив в среднем за сезон $0,13 \pm 0,04$ % и $0,14 \pm 0,03$ %.

Таблица 2.9.1

Абсолютное и относительное содержание хлорофилла *a* в Нарочанских озерах в 2015 г.

Показатель	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
$C_{хл}$, мкг/л (1,5 мкм)	0,73	1,30	0,98	1,69	2,00	1,29
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,09	0,18	0,12	0,09	0,20	0,15
$C_{хл}$, мкг/л (0,4 мкм)	1,37	1,68	1,75	2,34	3,69	2,00
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,11	0,15	0,13	0,11	0,23	0,15
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
$C_{хл}$, мкг/л (1,5 мкм)	н	1,13	1,41	1,37	2,42	1,42
$C_{хл}$, % в сух. массе	н	0,13	0,17	0,10	0,14	0,09
$C_{хл}$, мкг/л (0,4 мкм)	н	1,63	1,99	2,12	3,07	2,51
$C_{хл}$, % в сух. массе	н	0,14	0,15	0,11	0,14	0,11
Озеро Мястро						
$C_{хл}$, мкг/л (1,5 мкм)	4,96	3,76	5,75	9,73	6,88	5,38
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,35	0,21	0,28	0,24	0,24	0,24
$C_{хл}$, мкг/л (0,4 мкм)	9,75	4,90	6,77	11,34	9,91	6,84
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,36	0,18	0,31	0,26	0,28	0,22
Озеро Баторино						
$C_{хл}$, мкг/л (1,5 мкм)	4,75	9,15	8,84	10,95	10,20	6,10
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,08	0,13	0,08	0,13	0,13	0,13
$C_{хл}$, мкг/л (0,4 мкм)	6,27	11,56	10,39	12,03	12,47	6,98
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,08	0,14	0,08	0,13	0,13	0,13

Сезонная динамика содержания хлорофилла в каждом из трех озер в 2015 г. имела свои особенности. В оз. Мястро минимальные значения абсолютного и относительного содержания хлорофилла были отмечены в июне. Выраженный максимум абсолютных значений наблюдался в августе, а относительных величин в сухой массе сестона – в мае. При достаточно значимых различиях абсолютных значений хлорофилла по результатам определений на двух типах фильтров, как, например, в мае почти в два раза ($4,96$ против $9,75$ мкг/л), относительное содержание пигмента было практически тем же ($0,35$ и $0,36$ %).

Доля мелкодисперсной хлорофиллсодержащей фракции взвеси в общем пуле сестона в мае оказалась максимальной, составив 49 %. Ее минимальные значения наблюдались в июле–августе (14–15 %). В среднем за сезон доля данной фракции хлорофиллсодержащей взвеси в оз. Мястро была заметно ниже, чем в оз. Нарочь ($25,6 \pm 13$ % против $32,0 \pm 8,2$ % и $37,1 \pm 10,1$ % в Большом и Малом плесах соответственно). Отметим, что как абсолютное, так и относительное содержание хлорофилла в оз. Мястро на протяжении всего сезона в 2015 г. было необычно высоким. В ряду многолетних наблюдений средние для вегетационного периода величины (по результатам определения на фильтрах 1,5 мкм), как следует из представленных в табл. 2.9.2 данных, оказались наиболее высокими за десятилетний период.

Таблица 2.9.2

Среднесезонные величины абсолютного и относительного содержания хлорофилла а в сестоне озер в 2015 г. в сравнении с многолетними данными за период 2006–2014 гг.

Показатель	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
Озеро Нарочь												
$C_{хл}$, мкг/л	1,24	0,21	1,56	0,74	1,15	0,40	1,30	0,62	1,08	0,38	1,37	0,49
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,14	0,02	0,15	0,05	0,14	0,03	0,13	0,04	0,14	0,05	0,13	0,04
Озеро Мястро												
$C_{хл}$, мкг/л	4,48	1,68	4,84	3,91	4,95	5,25	3,87	1,36	2,99	1,77	6,08	2,06
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,18	0,02	0,17	0,02	0,15	0,07	0,20	0,05	0,16	0,05	0,26	0,05
Озеро Баторино												
$C_{хл}$, мкг/л	9,18	1,47	7,04	3,23	8,68	1,58	8,07	2,62	7,71	2,92	8,33	2,41
$C_{хл}$, % в сух. массе	0,17	0,06	0,12	0,03	0,11	0,03	0,13	0,05	0,12	0,04	0,11	0,03

В оз. Баторино в соответствии с более высоким трофическим статусом уровень содержания хлорофилла в целом был заметно выше, чем в озерах Нарочь и Мястро. Лишь в начале и конце сезона (в мае и октябре) в озере были отмечены более низкие значения, чем в остальной период сезона. Резко выраженных максимумов не наблюдали. Не было и значительных различий результатов определения содержания хлорофилла на фильтрах 0,4 и 1,5 мкм. Размах сезонных колебаний величин при использовании фильтров 1,5 мкм укладывался в пределы 4,75–10,95 мкг/л, при использовании фильтров 0,4 мкм – в пределы 6,27–12,47 мкг/л. Доля мелкодисперсной фракции хлорофиллсодержащей взвеси была здесь значительно ниже, чем в озерах Нарочь и Мястро, составляя в среднем за сезон $16,6 \pm 5,6$ %. Более высокие значения (24,2 и 20,8 %) наблюдали в мае и июне. Относительное содержание хлорофилла в сухой массе сестона в оз. Баторино как в наиболее мелководном из трех озер водоеме в силу частого ветрового взмучивания донных осадков было меньше, изменяясь в течение сезона от 0,08 до 0,14 % и составляя в среднем за сезон на обоих типах фильтров $0,11 \pm 0,03$ %.

В ряду многолетних наблюдений, как следует из представленных в табл. 2.9.2 данных, полученные в сезоне 2015 г. среднесезонные значения абсолютного и относительного содержания хлорофилла (сопоставлены результаты для взвеси, собранной на фильтры с диаметром пор 1,5 мкм) в озерах Нарочь и Баторино укладываются в пределы величин, наблюдаемых в десятилетний период. Высокий уровень значений хлорофилльного показателя в оз. Мястро отражает усиление развития автотрофной компоненты в 2015 г.

2.10. Потенциальный фотосинтез планктона

В оз. Нарочь минимальный уровень потенциального фотосинтеза отмечен в начале и конце вегетационного сезона, а максимальный – в июле – августе, как представлено в табл. 2.10.1. В оз. Мястро высокий продукционный потенциал отмечен в августе и сентябре (минимальный – в октябре), а в оз. Баторино максимальные величины наблюдались в июне, минимальные – в октябре. В текущем вегетационном сезоне скорость потенциального фотосинтеза на оптимальной глубине в озерах Нарочь (Малый и Большой плесы), Мястро и Баторино составила в среднем соответственно $0,30 \pm 0,11$, $0,30 \pm 0,12$, $0,73 \pm 0,56$ и $0,99 \pm 0,45$ мг O_2 /л · сут, а скорость аэробной деструкции, как будет показано в разделе 2.11, была равна соответственно $0,19 \pm 0,11$, $0,21 \pm 0,14$, $0,28 \pm 0,11$ и $0,38 \pm 0,12$ мг O_2 /л · сут. Таким образом, в толще воды продукционные процессы, как правило, преобладают над деструкционными.

Таблица 2.10.1

Потенциальный фотосинтез (мг O_2 /л · сут) в озерах (интегральная проба, вегетационный сезон 2015 г.)

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь , Малый плес	0,22 (15,7– 16,0 °C)	0,35 (18,4– 19,8 °C)	0,41 (20,1– 21,4 °C)	0,39 (26,6– 26,9 °C)	0,33 (17,8– 17,9 °C)	0,11 (4,6– 8,4 °C)
	н	0,29 (18,4– 19,8 °C)	0,34 (20,1– 21,4 °C)	0,41 (26,6– 26,9 °C)	0,36 (17,8– 17,9 °C)	0,10 (4,6– 8,4 °C)
Мястро	н	0,53 (17,4– 18,0 °C)	0,16 (20,0– 21,0 °C)	1,39 (19,0– 20,1 °C)	1,26 (16,8– 18,0 °C)	0,32 (4,9– 7,4 °C)
Баторино	0,68 (11,4– 13,3 °C)	1,43 (17,0– 18,0 °C)	1,13 (19,9– 19,9 °C)	1,22 (19,0– 20,1 °C)	1,24 (16,8– 18,9 °C)	0,23 (3,2– 4,6 °C)

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

Среднесезонные значения скорости потенциального фотосинтеза в текущем году во всех трех озерах не выходили за пределы многолетних колебаний (табл. 2.10.2).

Таблица 2.10.2

Среднесезонные величины потенциального фотосинтеза (мг O_2 /л · сут) в озерах в 2015 г. в сравнении с многолетними данными за период 2006–2014 гг.

Озеро	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
Нарочь	0,27	0,10	0,31	0,10	0,25	0,10	0,24	0,08	0,30	0,10	0,30	0,11
Мястро	0,78	0,46	0,77	0,37	0,78	0,37	0,67	0,13	0,61	0,35	0,73	0,56
Баторино	1,33	0,52	1,27	0,68	1,30	0,42	1,08	0,53	1,17	0,79	0,99	0,45

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

В текущем году средняя для вегетационного сезона скорость аэробной деструкции в озерах Нарочь (Малый и Большой плесы), Мястро и Баторино составила соответственно $0,19 \pm 0,11$; $0,21 \pm 0,14$; $0,28 \pm 0,11$ и $0,38 \pm 0,12$ мг O_2 /л · сут. Минимальные величины в озерах Нарочь и Мястро зарегистрированы в начале и конце сезона, максимальные – в августе. В оз. Баторино максимальный уровень наблюдали в июне, а минимальный – в начале и конце сезона (табл. 2.11.1).

Таблица 2.11.1

Скорость деструкции (мг O_2 /л · сут) в озерах (интегральная проба, вегетационный сезон 2015 г.)

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь , Малый плес	0,14 (15,7– 16,0 °C)	0,19 (18,4– 19,8 °C)	0,20 (20,1– 21,4 °C)	0,38 (26,6– 26,9 °C)	0,18 (17,8– 17,9 °C)	0,05 (4,6– 8,4 °C)
	н	0,16 (18,4– 19,8 °C)	0,24 (20,1– 21,4 °C)	0,42 (26,6– 26,9 °C)	0,21 (17,8– 17,9 °C)	0,03 (4,6– 8,4 °C)
Мястро	0,23 (11,1– 11,4 °C)	0,33 (17,4– 18,0 °C)	0,22 (20,0– 21,0 °C)	0,44 (19,0– 20,1 °C)	0,34 (16,8– 18,0 °C)	0,13 (4,9– 7,4 °C)
Баторино	0,33 (11,4– 13,3 °C)	0,57 (17,0– 18,0 °C)	0,43 (19,9– 19,9 °C)	0,41 (19,0– 20,1 °C)	0,29 (16,8– 18,9 °C)	0,24 (3,2– 4,6 °C)

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

Средние значения уровня деструкции в водной массе озер Нарочь и Мястро в вегетационный сезон 2015 г. находились в пределах многолетних значений, а в оз. Баторино – на более низком уровне (табл. 2.11.2).

Таблица 2.11.2

Среднесезонные величины деструкции (мг O_2 /л · сут) в озерах в 2015 г. в сравнении с многолетними данными за период 2006–2014 гг.

Озеро	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$
Нарочь	0,21	0,16	0,22	0,12	0,12	0,07	0,13	0,07	0,20	0,10	0,20	0,12
Мястро	0,31	0,17	0,22	0,14	0,25	0,11	0,33	0,14	0,23	0,10	0,28	0,11
Баторино	0,52	0,27	0,46	0,25	0,57	0,40	0,43	0,17	0,51	0,38	0,38	0,12

Данные о скорости биохимического потребления кислорода (БПК) при экспозиции 1 и 5 суток в течение вегетационного сезона представлены в табл. 2.11.3. Средние для вегетационного сезона величины БПК₁ и БПК₅ равны $0,15 \pm 0,09$ и $0,78 \pm 0,24$ мг О₂/л в Малом плесе, $0,21 \pm 0,14$ и $0,89 \pm 0,20$ мг О₂/л в Большом плесе оз. Нарочь, $0,36 \pm 0,09$ и $1,48 \pm 0,32$ мг О₂/л в оз. Мястро и $0,42 \pm 0,10$ и $1,68 \pm 0,26$ мг О₂/л в оз. Баторино. В оз. Нарочь потребление кислорода в течение первых суток вегетационного сезона составляло, как правило, 20–35 % от величин БПК₅, понижаясь в конце сезона до 9 %. В озерах Мястро и Баторино отношение БПК₁/БПК₅ закономерно колебалось в пределах 20–34 %.

Таблица 2.11.3

Величины БПК₁ и БПК₅ (мг О₂/л) в озерах (интегральная проба, вегетационный сезон 2015 г.)

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Нарочь , Малый плес	0,13	0,13	0,16	0,32	0,12	0,06
	0,48	0,73	0,82	1,20	0,81	0,65
Большой плес	н	0,16	0,18	0,43	0,20	0,06
		0,76	0,93	1,20	0,87	0,67
Мястро	0,34	0,25	0,38	0,52	0,34	0,35
	1,58	1,24	1,47	1,98	1,55	1,03
Баторино	0,34	0,56	0,42	0,51	0,34	0,33
	1,32	1,78	1,93	1,96	1,43	1,65

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

Среднесезонные величины БПК₅ в вегетационный сезон 2015 г. близки к многолетним данным (табл. 2.11.4).

Таблица 2.11.4

Среднесезонные величины БПК₅ (мг О₂/л) в озерах в 2015 г. в сравнении с многолетними данными за период 2006–2014 гг.

Озеро	2006–2010 гг.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$	<i>X</i>	$\pm SD$
Нарочь	0,95	0,42	0,84	0,26	0,63	0,18	0,62	0,19	0,76	0,27	0,83	0,22
Мястро	1,37	0,49	1,00	0,39	0,92	0,28	1,40	0,42	0,95	0,47	1,48	0,32
Баторино	2,06	0,44	1,74	0,61	2,07	0,73	1,72	0,46	1,75	0,48	1,68	0,26

В целом показатели качества воды во время вегетационного сезона 2015 г. были близки к средним многолетним значениям, учитывая наблюдаемую их межгодовую вариабельность.

2.12. Фитопланктон

В течение вегетационного сезона 2015 г. в фитопланктоне каждого озера зарегистрировано при обработке количественных проб большее число видов, чем в 2014 г.: в оз. Нарочь – на 6, в оз. Мястро – на 18, в оз. Баторино – на 7 видов. При этом в оз. Нарочь отмечено на 11 видов меньше цианобактерий и на 14 видов больше диатомовых. В оз. Мястро выявлено на 10 видов больше хлорококковых, на 9 видов диатомовых и на 4 вида цианобактерий, а среди криптофитовых и золотистых – на 2–3 вида меньше. В оз. Баторино число видов

цианобактерий, как и в Нарочи, наоборот, уменьшилось на 4, число видов хлорококковых увеличилось на 7 представителей (ср. табл. 2.12.1, приводимую ниже, и табл. 2.12.2 в «Бюллетене... (2014 год)» [1], с. 46).

Выявлены 6 новых для альгофлоры республики видов, из них 4 представителя золотистых: *Chrysaetoeba scherffellii* (Pasher) Matvienko (в оз. Мясстро), *Chromulina ovalis* Klebs, *Chromulina dispersogranulata* Skuja, *Chromulina wislouchiana* (Wislouch) Bourrelly (в оз. Баторино) и 2 – зеленых, один из которых *Staurodesmus megacanthus* Lund (Thunm.) (в оз. Баторино), второй *Ankistrodesmus fasciculatus* (Lundb.) Kom.-Legn. (в оз. Нарочь).

Таблица 2.12.1

Число видов в разных отделах водорослей, обнаруженных в течение вегетационного сезона (V–X) 2015 г.

Отделы водорослей	Озеро Нарочь	Озеро Мясстро	Озеро Баторино
Синезеленые (= цианобактерии)	8	11	9
Криптофитовые	7	5	5
Динофитовые	5	3	2
Золотистые	16	10	15
Диатомовые	34	17	17
Эвгленовые	1	0	1
Желтозеленые	2	0	0
Зеленые:	28	17	45
вольвоксовые	0	1	0
хлорококковые	23	11	41
десмидиевые	4	4	4
улотриксковые	1	1	0
ВСЕГО	101	63	94

Доминирующий комплекс структурообразующих видов вегетационного сезона 2015 г. по численности организмов и по биомассе в озерах приведен в табл. 2.12.2. Сравнение его с вегетационным сезоном предыдущего 2014 г. («Бюллетень... (2014 год)», табл. 4.12.3) [1] показывает значительные различия и в составе видов-доминантов, и в их соотношении. В частности, можно отметить значительное участие в биомассе в 2015 г. в оз. Нарочь крупноклеточного представителя цианобактерий *Gloeotrichia echinulata* уже в июне (13,6 %) наряду с основным доминантом – крупноклеточным представителем золотистых *Dinobryon sociale* (73,2 %), который в 2014 г. не вышел в доминанты ни по численности организмов, ни по биомассе. Доминирование *G. echinulata* в 2015 г. от июня к августу возрастало: в июле оно составило уже 37,9 %, в августе – 62,6 %, в то время как в 2014 г. ее значительное участие в биомассе (46,1 %) отмечено только в августе. В то же время в 2015 г. не отмечены ни в доминантах, ни в составе фитопланктона представители вольвоксовых (*Volvox polychlamys* и не определенный в 2014 г. до вида их представитель), которые в 2014 г. составляли существенную долю в биомассе (от 7,6 до 54,2 %). Соответственно различались и доли других входящих в доминирующие комплексы видов.

Мы исправляем не замеченную своевременно в табл. 4.12.3 в «Бюллетене... (2014 год)» [1] оплошность, а именно не указанные относительные значения организмов по их численности в мае – июле 2014 г. в Большом плесе, вставив эти значения в приведенную табл. 2.12.2 настоящего издания.

**Доминирующий комплекс видов фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино
в течение вегетационного периода 2015 г.**

Дата	Виды-доминанты по численности организмов	%	Виды-доминанты по биомассе	%
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1				
19.05.2015	<i>Chromulina sp.</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	32,4 24,7 24,2 10,6	<i>Chromulina sp.</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	35,2 17,5 16,5 7,6 6,2 6,1
15.06.2015	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Chromulina sp.</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Dinobryon sociale</i>	51,4 21,6 14,4 5,3	<i>Dinobryon sociale</i> <i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Chromulina sp.</i>	73,2 13,6 5,1
14.07.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	65,7 11,9 9,8	<i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Glenodinium apiculatum</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i>	37,9 24,8 13,5 7,3 5,2
10.08.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Chromulina sp.</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	27,3 23,4 23,4 5,9	<i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Aphanothece clathrata</i>	62,6 18,0
17.09.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	46,7 30,6 6,3	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Cryptomonas woloszynskae</i>	41,7 15,4 13,7 9,0 8,5
12.10.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	78,5 6,4	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Stephanodiscus rotula</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	36,1 15,2 9,0 8,0
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2				
19.05.2014	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> Неопределенный вид <i>Volvocales</i>	67,7 15,6 5,9	Неопределенный вид <i>Volvocales</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Woloszynskia ordinata</i> <i>Dinobryon crenulatum</i>	54,2 19,8 10,2 6,1 5,1
25.06.2014	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	63,6 19,6 7,1 30,4	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Synedra ulna</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	30,0 18,8 15,3 7,6
15.07.2014	<i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Synedra sp.</i>	25,8 15,7 6,4 5,5	<i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Synedra acus</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Gloeocapsa limnetica</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	17,5 14,6 13,4 10,8 10,4 9,3 6,2

Дата	Виды-доминанты по численности организмов	%	Виды-доминанты по биомассе	%
15.06.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Dinobryon sociale</i> <i>Chromulina sp.</i>	48,0 35,8 6,1 5,6	<i>Dinobryon sociale</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	86,8 6,1
14.07.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	75,7 10,7 7,9	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Anabaena lemmermannii</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i>	42,1 30,2 13,8 6,1
10.08.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Chromulina sp.</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	49,5 22,4 11,2 7,5	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	57,8 13,5 10,0
17.09.2015	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Lyngbya limnetica</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	41,8 25,1 7,0 7,0 5,6 5,6	<i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i>	18,6 18,5 16,9 14,1 10,1 5,0
12.10.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas lens</i>	56,0 9,2 5,4	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Synedra ulna</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Stephanodiscus rotula</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Cyclotella ocellata</i>	24,8 17,6 12,1 6,4 5,5 5,4 5,3 5,1
Озеро Мястро				
14.05.2015	<i>Chromulina ovalis</i>	94,1	<i>Chromulina ovalis</i>	94,6
22.06.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cryptomonas curvata</i>	59,1 11,3 7,0	<i>Volvox polychlamys</i> <i>Ceratium hirundinella</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Fragilaria crotonensis</i>	40,6 18,6 11,2 7,9 5,1
15.07.2015	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Ankistrodesmus minutissimus</i>	32,2 20,5 11,7 8,8 5,8 5,8	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Aulacoseira granulata</i> <i>Synedra acus</i>	25,5 17,9 9,1 8,9 8,8 6,4
17.08.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i>	58,7 19,1	<i>Gloeotrichia echinulata</i> <i>Anabaena planctonica</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Gymnodinium sp.</i>	21,1 15,8 14,4 9,3 9,3 8,0
16.09.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i>	63,9 14,4	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Aulacoseira granulata</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	44,8 14,7 11,8 9,0 7,7

Дата	Виды-доминанты по численности организмов	%	Виды-доминанты по биомассе	%
19.10.2015	<i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Rhodomonas lens</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i>	78,2 6,7 6,4	<i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Asterionella formosa</i>	71,0 10,7 7,5
Озеро Баторино				
14.05.2015	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Chromulina ovalis</i> <i>Ankistrodesmus minutissimus</i>	39,5 20,2 10,5 8,9	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Chromulina ovalis</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	36,0 14,3 13,2 11,7
22.06.2015	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Aphanothece clathrata</i>	28,2 21,9 13,6 8,3	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Melosira varians</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Gyrosigma attenuatum</i> <i>Oocystis borgei</i>	16,2 15,6 13,5 7,1 5,3
24.07.2015	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Chrysidalis peritaphrena</i> <i>Tetraedron minimum</i> <i>Ankistrodesmus minutissimus</i>	22,5 16,1 14,5 8,0	<i>Melosira varians</i> <i>Aphanothece clathrata</i> <i>Tetraedron minimum</i> <i>Cyclotella ocellata</i>	30,8 16,5 10,5 5,1
17.08.2015	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Crucigenia tetrapedia</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Lagerheimia ciliata</i> <i>Tetraedron minimum</i>	26,6 10,6 8,9 8,9 7,1 5,3 5,3	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Caloneis amphisbaena</i> <i>Cryptomonas marssonii</i> <i>Melosira varians</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Staurastrum planctonicum</i>	15,1 14,4 14,1 10,7 5,9 5,6
16.09.2015	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Rhodomonas pusilla</i>	35,7 16,6 9,5	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Melosira varians</i> <i>Gloeocapsa turgida</i>	55,9 11,2 5,2
14.10.2015	<i>Cyclotella sp.</i> <i>Rhodomonas pusilla</i> <i>Aphanothece clathrata</i>	37,8 15,8 7,9	<i>Aphanothece clathrata</i> <i>Chromulina wislouchiana</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i>	35,2 14,7 11,7 8,7 7,3

В 2015 г. состав и степень доминирования структурообразующих видов в Малом и Большом плесах оз. Нарочь также заметно различались в сравнении с 2014 г. (ср. табл. 2.12.2 в настоящем издании и 4.12.3 в «Бюллетене... (2014 год)» [1]).

В оз. Мястро в 2014 г. основным доминантом по численности организмов во все месяцы вегетационного сезона был мелкоклеточный представитель криптонад *Rh. pusilla* со степенью доминирования от 47,4 (в мае) до 96,3 % (в октябре). В текущем году абсолютным лидером и по биомассе, и по численности в мае была представительница золотистых *Chromulina ovalis*. *Rh. pusilla* стал лидировать по числу организмов с июня с относительной значимостью около 60 % в июне, августе и сентябре. В июле его доля упала до 8,8 %, а в октябре снова повысилась до 78,2 %. По степени доминирования в биомассе в 2014 г. максимальные значения отмечены для представителей диатомовых *Cyclotella meneghiniana* (в мае – 65,4 %) и *Aulacoseira granulata* (в июне – 51 %). На долю *Rh. pusilla* приходилось 44 % в октябре, в августе около 40 % биомассы составил представитель динофитовых *Peridinium sp.* В 2015 г. *C. meneghiniana*, единственная представительница, за исключени-

ем *Chr. ovalis*, достигла значимости в 71 %, однако не в мае, как в 2014 г., а в октябре. Из других видов доминирующих комплексов еще только *V. polychlamys* определил 40,6 % в июньской биомассе. Участие других видов на протяжении сезона было менее значительным с различиями в 2–3 раза.

В оз. Баторино более 50 % численности организмов в мае 2014 г. приходилось на долю представителя диатомовых из рода *Cyclotella* sp. и 18,4 % на долю представителя золотистых *Chr. peritaphrena*. С июня по сентябрь заметный вклад стали вносить цианобактерии *Cyanodictyon planctonicum* и *Aphanothece clathrata*. В доминирующий комплекс видов по биомассе в зависимости от месяца входили от 2 (в июле – *A. clathrata*, *Asterionella formosa*) до 7 представителей из разных отделов. В 2014 г. *Cyclotella* sp. лидировала по численности не только в мае (39,5 %), но также в июне (28,2 %) и октябре (37,8 %), *A. clathrata* – в июле – сентябре (22,5–35,7 %). Последняя вносила наибольший вклад и в биомассу во все месяцы (от 15,1 до 55,9 %), за исключением мая, когда биомассу на 36 % определяла *Cyclotella* sp., и июля, когда лидировала по биомассе (30,8 %) *Melosira varians* из диатомовых (см. табл. 2.12.2).

Долевой вклад основных отделов водорослей фитопланктона Нарочанских озер в суммарные величины их абсолютной численности и биомассы приведены в табл. 2.12.3.

Таблица 2.12.3

**Абсолютные значения показателей количественного развития
общего фитопланктона и долевого вклад основных отделов водорослей
в общую их численность и биомассу в озерах Нарочь, Мястро, Баторино
на протяжении вегетационного периода 2015 г.**

Дата	Общие величины	Долевой вклад (%)					
		сине-зеленых	крипто-фитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
Численность организмов, млн/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
19.05.2015	3,57	0,0	13,5	57,7	28,8	0,0	0,0
15.06.2015	1,82	0,5	14,9	81,4	3,1	0,0	0,0
14.07.2015	2,99	0,9	71,3	11,9	14,7	0,7	0,5
10.08.2015	1,47	25,1	27,3	31,2	3,9	11,9	0,5
17.09.2015	2,16	2,9	56,6	6,3	34,2	0,0	0,0
12.10.2015	1,47	1,1	86,5	6,4	6,0	0,0	0,0
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
15.06.2015	1,73	0,0	48,0	47,5	4,5	0,0	0,0
14.07.2015	3,68	2,7	76,0	7,9	12,9	0,6	0,0
10.08.2015	3,00	23,1	50,4	19,8	4,5	2,1	0,0
17.09.2015	1,30	14,3	39,0	1,4	43,9	1,4	0,0
12.10.2015	0,87	0,0	70,6	9,2	20,3	0,0	0,0
Озеро Мястро							
14.05.2015	15,87	0,0	4,7	94,1	0,9	0,3	0,0
22.06.2015	1,18	5,6	70,4	20,3	1,8	1,4	0,4
15.07.2015	1,63	9,1	11,7	20,6	52,0	6,6	0,0
17.08.2015	6,98	4,5	65,7	19,9	1,6	6,9	1,4
16.09.2015	3,16	1,3	82,1	4,6	7,4	4,6	0,0
19.10.2015	5,16	0,4	87,7	2,0	9,1	0,7	0,0

Дата	Общие величины	Долевой вклад (%)					
		сине-зеленых	крипто-фитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
Озеро Баторино							
14.05.2015	12,09	5,6	21,0	17,7	41,8	13,9	0,0
22.06.2015	10,79	10,0	16,2	32,5	29,5	11,7	0,1
24.07.2015	7,47	26,3	2,0	19,7	11,7	40,0	0,3
17.08.2015	10,42	33,2	17,7	3,1	12,6	33,2	0,2
16.09.2015	6,94	40,7	14,3	5,6	18,0	21,3	0,0
14.10.2015	6,98	8,0	19,7	11,0	41,6	19,7	0,0
Численность клеток, млн/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
19.05.2015	3,70	0,0	13,0	57,8	29,1	0,0	0,0
15.06.2015	10,55	65,3	2,6	31,6	0,5	0,0	0,0
14.07.2015	13,45	78,0	15,8	2,6	3,3	0,2	0,1
10.08.2015	136,06	99,0	0,3	0,3	0,0	0,3	0,0
17.09.2015	10,33	79,7	11,8	1,3	7,2	0,0	0,0
12.10.2015	6,18	75,9	20,6	1,6	1,8	0,0	0,0
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
15.06.2015	3,76	0,0	22,2	75,8	2,1	0,0	0,0
14.07.2015	16,07	77,7	17,4	1,8	3,0	0,1	0,0
10.08.2015	351,63	99,3	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0
17.09.2015	29,45	96,1	1,7	0,1	1,9	0,2	0,0
12.10.2015	0,93	0,0	66,0	8,6	25,4	0,0	0,0
Озеро Мястро							
14.05.2015	15,92	0,0	4,7	94,0	1,0	0,3	0,0
22.06.2015	49,01	96,0	1,7	0,8	0,8	0,6	0,0
15.07.2015	30,36	94,5	0,6	1,3	3,1	0,5	0,0
17.08.2015	36,04	80,2	12,7	4,3	0,5	2,0	0,3
16.09.2015	5,66	25,8	45,8	2,5	19,4	6,5	0,0
19.10.2015	9,77	37,5	46,4	1,1	14,1	1,0	0,0
Озеро Баторино							
14.05.2015	87,33	86,2	2,9	2,5	5,8	2,7	0,0
22.06.2015	206,67	94,1	0,8	1,9	1,8	1,4	0,0
24.07.2015	215,91	95,7	0,1	0,8	0,8	2,6	0,0
17.08.2015	364,77	95,8	0,5	0,3	0,4	3,0	0,0
16.09.2015	661,16	98,9	0,1	0,1	0,3	0,6	0,0
14.10.2015	430,45	97,4	0,3	0,2	0,9	1,1	0,0
Биомасса, мг/л							
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1							
19.05.2015	1,25	0,0	13,7	45,2	40,0	0,0	1,1
15.06.2015	2,94	14,3	2,1	81,4	0,4	0,0	1,9
14.07.2015	1,58	41,0	35,6	2,0	7,9	0,0	13,5

Дата	Общие величины	Долевой вклад (%)					
		сине-зеленых	крипто-фитовых	золотистых	диатомовых	зеленых	прочих
10.08.2015	2,87	83,6	2,8	4,9	2,4	2,9	3,4
17.09.2015	1,31	3,0	39,9	1,8	52,5	0,0	2,9
12.10.2015	0,64	3,7	57,9	1,9	33,2	0,9	2,4
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2							
15.06.2015	2,72	0,0	6,1	90,2	3,6	0,0	0,0
14.07.2015	1,32	45,6	42,8	2,0	9,7	0,0	0,0
10.08.2015	2,96	75,0	11,3	5,8	2,3	2,9	2,7
17.09.2015	0,64	19,2	49,4	0,3	25,7	2,8	2,7
12.10.2015	0,81	0,0	30,3	0,9	67,1	0,0	1,7
Озеро Мястро							
14.05.2015	6,31	0,0	3,5	95,0	1,5	0,0	0,0
22.06.2015	2,93	9,1	18,8	4,4	8,4	40,6	18,6
15.07.2015	1,05	10,2	20,7	5,1	60,8	3,2	0,0
17.08.2015	5,68	46,6	34,6	3,9	2,2	2,9	9,8
16.09.2015	5,26	1,9	31,4	0,3	63,9	0,7	1,8
19.10.2015	7,51	0,0	18,9	0,1	80,6	0,4	0,0
Озеро Баторино							
14.05.2015	3,56	6,0	16,3	17,5	50,4	9,8	0,0
22.06.2015	5,90	16,6	13,0	12,9	45,4	11,4	0,6
24.07.2015	5,99	17,1	2,0	10,0	42,8	26,4	1,8
17.08.2015	8,89	19,8	17,9	5,4	31,8	18,9	6,2
16.09.2015	5,75	61,6	7,3	0,8	18,8	11,2	0,3
14.10.2015	5,94	35,3	8,2	20,2	31,8	4,5	0,0

Долевой вклад разных отделов водорослей в суммарные показатели их количественного развития определяется, естественно, составом доминирующих видов, представительство которых в разные месяцы сезона описано выше. Более наглядно оно изображено на рис. 3 и 4.

Среднемесячные значения показателей количественного развития общего фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино в течение вегетационного сезона 2015 г. представлены в табл. 2.12.4.

Таблица 2.12.4

Среднемесячные показатели степени количественного развития общего фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино в течение вегетационного сезона 2015 г.

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Общая численность организмов, млн орг/л						
Нарочь , Малый плес	3,57	1,82	2,99	1,47	2,16	1,47
Большой плес	–	1,73	3,68	3,00	1,30	0,87
Мястро	15,87	1,18	1,63	6,98	3,16	5,16
Баторино	12,09	10,79	7,47	10,42	6,94	6,98

Озеро	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Общая численность клеток, млн кл/л						
Нарочь, Малый плес	3,70	10,55	13,45	136,06	10,33	6,18
Большой плес	–	3,76	16,07	351,63	29,45	0,93
Мястро	15,92	49,01	30,36	36,04	5,66	9,77
Баторино	87,33	206,67	215,91	364,77	661,16	430,45
Общая биомасса, мг/л						
Нарочь, Малый плес	1,25	2,94	1,58	2,87	1,31	0,64
Большой плес	–	2,72	1,32	2,96	0,64	0,81
Мястро	6,31	2,93	1,05	5,68	5,26	7,51
Баторино	3,56	5,90	5,99	8,89	5,75	5,94

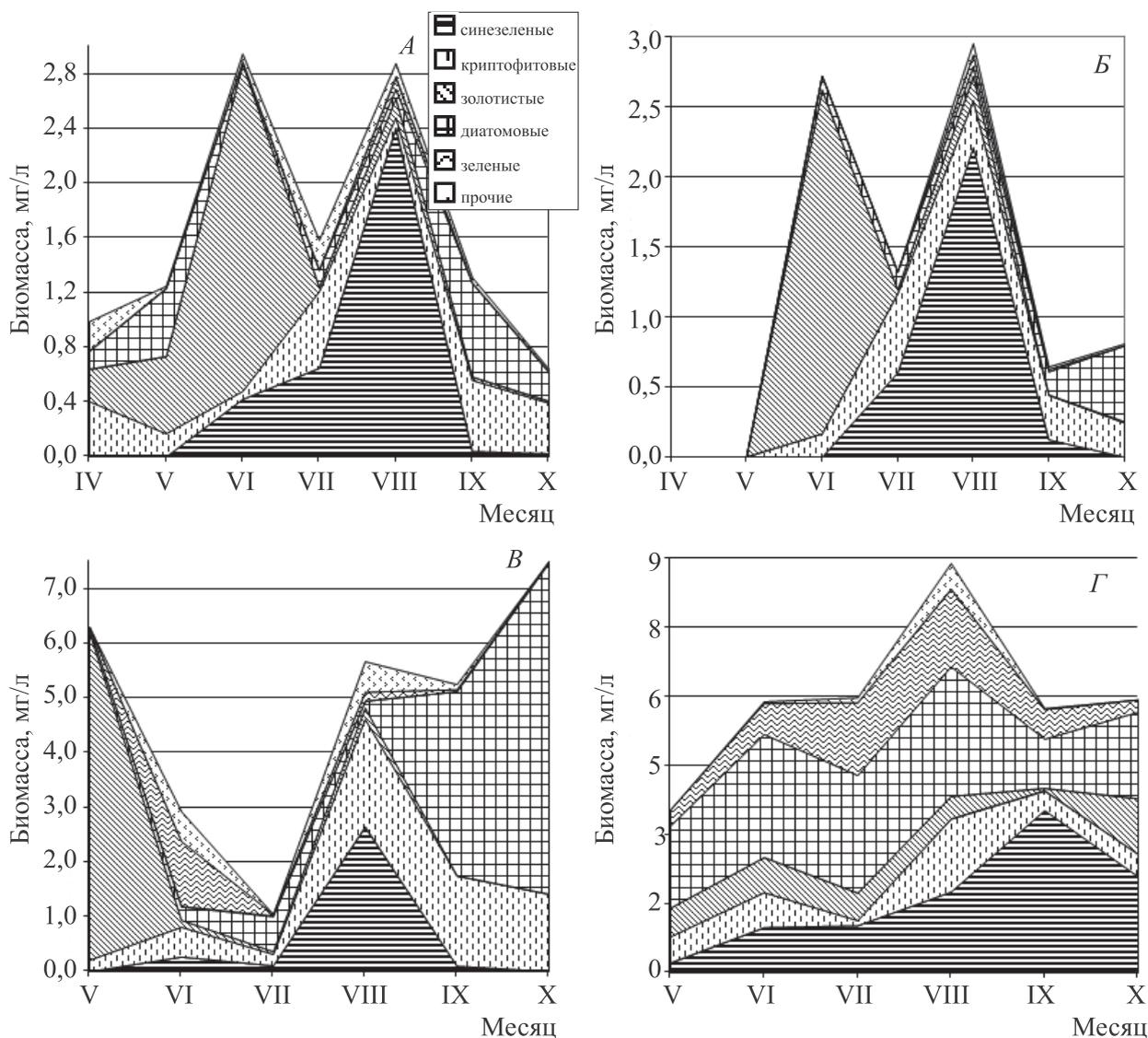


Рис 3. Сезонная динамика и структурный состав
фитопланктонного сообщества (В, мг/л) в 2015 г.:

А – оз. Нарочь, Малый плес; Б – оз. Нарочь, Большой плес; В – оз. Мястро; Г – оз. Баторино

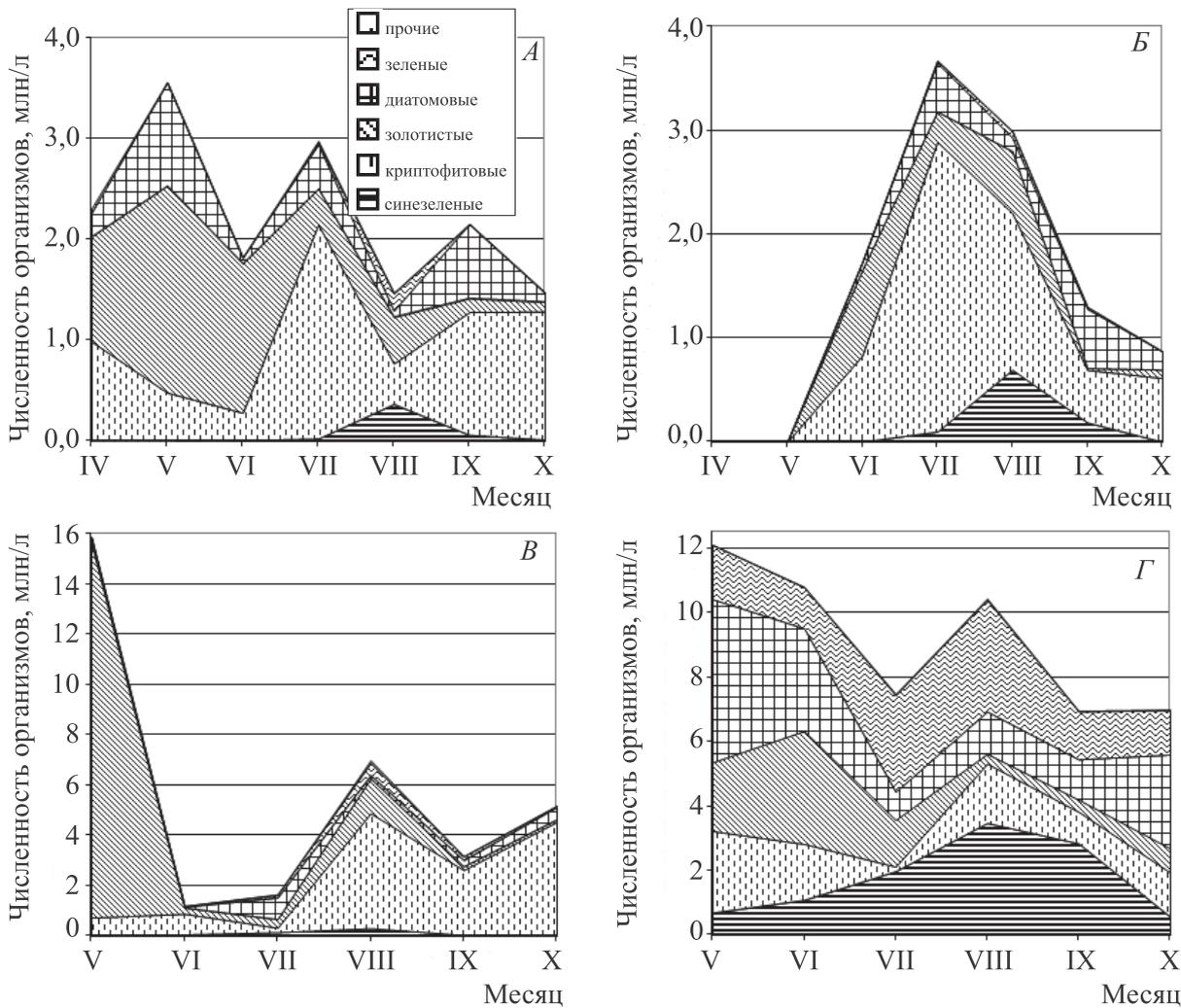


Рис. 4. Сезонная динамика и структурный состав
 фитопланктонного сообщества ($N_{\text{орг.}}$, млн орг/л) в 2014 г.:

А – оз. Нарочь, Малый плес; Б – оз. Нарочь, Большой плес; В – оз. Мястро; Г – оз. Баторино

Максимальная численность организмов во всех трех озерах отмечена в текущем году в мае. В 2014 г. в оз. Мястро она наблюдалась в октябре, в оз. Баторино – в июле. Максимальные величины численности клеток в оз. Нарочь в 2015 г. зарегистрированы в августе, в оз. Мястро – в июле, в оз. Баторино – в сентябре, максимальные значения биомассы в Нарочи – в июне и августе, в оз. Мястро – в октябре, в оз. Баторино – в августе. Сравнивая вегетационную динамику величин количественного развития фитопланктона в текущем году с величинами предшествующего ему года, можно отметить различия в сроках наступления максимумов в эти соседние годы.

Тем не менее, несмотря на отмечавшиеся выше различия в составе и степени доминирования структурообразующих видов фитопланктона в озерах в 2015 г., в частности в Малом и Большом плесах оз. Нарочь, они никоим образом не повлияли на картину сезонной динамики общей биомассы фитопланктона, которая оказалась чрезвычайно сходной в обоих плесах (см. рис. 3).

Похожая картина динамики оказалась также у численности организмов и их биомассы в оз. Мястро.

Абсолютные средневегетационные показатели количественного развития фитопланктона озер, а также относительная средняя значимость основных отделов в численности и биомассе представлены в табл. 2.12.5.

Среднесезонные (V–X) значения величин количественного развития общего фитопланктона в озерах в 2015 г. и относительная (%) 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	2,25	0,86	–	2,12	1,18	–	5,66	5,45	–	9,12	2,25	–
синезеленые	5,1	9,9	IV	8,0	10,3	III	3,5	3,6	IV	20,6	14,8	II
криптофитовые	45,0	30,9	I	56,8	15,8	I	53,7	36,2	I	15,1	6,9	III
золотистые	32,5	31,1	II	17,2	18,2	II	26,9	34,0	II	14,9	10,8	IV
диатомовые	15,1	13,4	III	17,2	16,3	II	12,1	19,8	III	25,9	13,8	I
$N_{\text{общ}}$, млн кл/л	30,05	52,05	–	80,37	152,06	–	24,46	16,81	–	327,72	203,99	–
синезеленые	66,3	34,3	I	54,6	50,6	I	55,7	40,1	I	94,7	4,5	I
криптофитовые	10,7	7,8	III	21,5	26,6	II	18,6	21,7	II	0,8	1,1	IV
золотистые	15,9	23,8	II	17,3	32,9	III	17,3	37,6	III	0,9	1,0	III
диатомовые	7,0	11,1	IV	6,5	10,6	IV	6,5	8,2	IV	1,7	2,1	II
$B_{\text{общ}}$, мг/л	1,77	0,94	–	1,69	1,08	–	4,79	2,37	–	6,01	1,70	–
синезеленые	24,2	32,8	II	27,9	32,3	II	11,3	17,9	IV	26,1	19,8	II
криптофитовые	25,3	22,6	I	28,0	19,0	I	21,3	11,0	II	10,8	6,0	IV
золотистые	22,9	33,3	III	19,8	39,4	IV	18,1	37,7	III	11,1	7,3	III
диатомовые	22,7	22,0	IV	21,7	27,1	III	36,2	36,0	I	36,8	11,6	I

В целом для вегетационного сезона 2015 г. по численности клеток во всех озерах, как и в предыдущем году, преобладали синезеленые, по численности организмов в озерах Нарочь и Мястро – криптофитовые, в оз. Баторино – диатомовые. В 2014 г. в этом озере на первом месте были золотистые, они же занимали первое место и по биомассе. По биомассе в 2015 г. в оз. Нарочь, как и в 2014 г., первое место занимали криптофитовые, в оз. Мястро и оз. Баторино – диатомовые. Некоторая смена лидирующих позиций, как и в предыдущие годы, имела место и среди других отделов водорослей (табл. 2.12.5). Вероятно, в первую очередь это связано с климатическими и гидрологическими особенностями каждого года. По общему уровню величин всех количественных показателей развития фитопланктона Большой и Малый плесы оз. Нарочь практически не различались, несмотря на некоторую разность в степени доминирования тех или иных отделов водорослей. Так, хотя по степени «колониальности» фитопланктонное сообщество в Большом плесе в 2015 г. было в три раза более многоклеточным, чем в Малом, средняя масса планктонного организма в обоих плесах была близкой ($0,786$ и $0,799 \cdot 10^{-6}$ мг), несмотря на меньшую среднюю массу клетки ($0,021 \cdot 10^{-6}$ мг) в Большом плесе (табл. 2.12.6). В оз. Мястро в 2015 г. по сравнению с 2014 г. степень «колониальности» и средняя масса организма были меньше, но средняя масса клетки оказалась почти в два раза большей. В оз. Баторино эти показатели были сходными в 2014 и 2015 гг.

Таблица 2.12.6

Степень «колониальности» и масса единицы фитопланктонных сообществ озера Нарочь, Мястро, Баторино в 2014 и 2015 гг. (среднее за сезон)

Озеро	$\frac{N_{\text{кл}}}{N_{\text{орг}}}$		$W_{\text{орг}} \cdot 10^{-6}$ мг		$W_{\text{кл}} 10^{-6}$ мг	
	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Нарочь, Малый плес	10,07	13,38	0,555	0,786	0,055	0,059
	Большой плес	12,31	37,98	0,650	0,799	0,053
Мястро	6,14	4,32	1,267	0,846	0,111	0,196
Баторино	33,31	35,95	0,591	0,659	0,018	0,018

В табл. 2.12.7 дано сравнение средневегетационных величин количественного развития фитопланктона озера в 2015 г. со средними многолетними показателями за последние 5 и 10 лет.

Таблица 2.12.7

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

Показатель	2006–2010 гг.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
$N_{\text{общ}}$, млн орг/л	$2,2 \pm 0,6$	$3,8 \pm 3,8$	$1,8 \pm 0,7$	$1,6 \pm 1,2$	$2,1 \pm 1,1$	$2,3 \pm 0,9$
$N_{\text{общ}}$, млн кл/л	$29,3 \pm 5,1$	$48,4 \pm 50,5$	$70,0 \pm 88,5$	$38,2 \pm 58,8$	$21,1 \pm 31,4$	$30,1 \pm 52,1$
$B_{\text{общ}}$, мг/л	$1,2 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,4$	$1,5 \pm 0,9$	$1,0 \pm 0,7$	$1,2 \pm 0,4$	$1,8 \pm 0,9$
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
$N_{\text{общ}}$, млн орг/л	$2,0 \pm 0,4$	$2,2 \pm 1,6$	$2,3 \pm 0,9$	$1,7 \pm 0,5$	$2,6 \pm 1,1$	$2,1 \pm 1,2$
$N_{\text{общ}}$, млн кл/л	$38,7 \pm 21,1$	$66,5 \pm 109,9$	$105,5 \pm 143,4$	$49,6 \pm 74,1$	$32,0 \pm 39,6$	$80,4 \pm 152,1$
$B_{\text{общ}}$, мг/л	$1,1 \pm 0,4$	$1,3 \pm 0,7$	$1,4 \pm 1,2$	$1,1 \pm 0,5$	$1,7 \pm 0,7$	$1,7 \pm 1,1$

Показатель	2006–2010 гг.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Озеро Мястро						
$N_{\text{общ}}$, млн орг/л	$3,1 \pm 1,8$	$2,2 \pm 1,3$	$2,9 \pm 1,4$	$5,2 \pm 2,7$	$1,5 \pm 0,7$	$5,7 \pm 5,5$
$N_{\text{общ}}$, млн кл/л	$24,1 \pm 12,3$	$9,6 \pm 6,4$	$58,1 \pm 84,4$	$9,8 \pm 5,7$	$9,0 \pm 10,2$	$24,5 \pm 16,8$
$B_{\text{общ}}$, мг/л	$4,0 \pm 2,6$	$4,1 \pm 5,4$	$5,1 \pm 3,8$	$2,0 \pm 0,9$	$1,9 \pm 0,9$	$4,8 \pm 2,4$
Озеро Баторино						
$N_{\text{общ}}$, млн орг/л	$16,5 \pm 3,7$	$16,4 \pm 9,9$	$15,6 \pm 5,6$	$11,4 \pm 6,0$	$7,2 \pm 3,0$	$9,1 \pm 2,3$
$N_{\text{общ}}$, млн кл/л	$347,1 \pm 264,9$	$113,7 \pm 105,0$	$741,2 \pm 498,7$	$279,8 \pm 306,0$	$239,5 \pm 323,7$	$327,7 \pm 204,0$
$B_{\text{общ}}$, мг/л	$8,4 \pm 2,9$	$5,3 \pm 2,4$	$8,1 \pm 2,6$	$6,7 \pm 3,9$	$4,3 \pm 2,0$	$6,0 \pm 1,7$

Анализируя многолетние средневегетационные показатели количественного развития фитопланктона Малого и Большого плесов оз. Нарочь за 2006–2010 и за 2011–2015 гг., можно отметить, что эти показатели были практически одинаковыми в обоих плесах, если сравнивать их по общей биомассе, несмотря на некоторые различия по величинам численности организмов и клеток. Можно также сказать, что в обоих плесах наблюдалась сходная картина изменений этих показателей в рассматриваемые периоды. Значения, отмеченные в 2015 г., сходны с величинами 2006–2010 гг. По увеличению численности организмов в 2015 г. выделилось только оз. Мястро ($5,7 \pm 5,5$ млн орг/л). Отметим также, что в озерах Мястро и Баторино в 2015 г. все показатели количественного развития фитопланктона были выше, чем в предыдущем году.

2.13. Зоопланктон

Видовой состав зоопланктона Нарочанских озер за вегетационный период 2015 г. представлен в табл. 2.13.1.

Таблица 2.13.1

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

Вид	Нарочь	Мястро	Баторино
Cladocera			
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1837)	+	–	–
<i>Alona</i> (O. F. Müller, 1785) sp.	–	–	+
<i>Alona quadrangularis</i> (O. F. Müller, 1785)	+	–	–
<i>Alona rectangula</i> (Sars, 1862)	–	+	+
<i>Bosmina coregoni</i> (Baird, 1857)	+	+	+
<i>B. crassicornis</i> (P. E. Müller, 1867)	+	+	+
<i>B. longirostris</i> (O. F. Müller, 1785)	+	+	+
<i>B. longispina</i> (Leydig, 1860)	+	+	+
<i>Ceriodaphnia</i> (Dana, 1855) sp.	+	+	+
<i>C. affinis</i> (Lilljeborg, 1862)	+	–	+
<i>C. quadrangula</i> (O. F. Müller, 1785)	–	–	+
<i>C. reticulata</i> (Jurine, 1820)	–	–	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1785)	+	+	+
<i>Daphnia</i> (O. F. Müller, 1785) sp.	+	+	+
<i>Daphnia cristata</i> (Sars, 1862)	+	+	+

Вид	Нарочь	Мястро	Баторино
<i>D. cucullata</i> (Sars, 1862)	+	+	+
<i>D. longiremis</i> (Sars, 1862)	+	–	–
<i>D. longispina</i> (O. F. Müller, 1785)	+	+	+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)	+	–	–
<i>Leptodora kindti</i> (Focke, 1844)	+	–	–
<i>Sida crystallina</i> (O. F. Müller, 1776)	+	–	+
Copepoda			
<i>Cyclops</i> (O. F. Müller, 1776) sp.	+	+	+
<i>C. kolensis</i> (Lilljeborg, 1901)	+	+	+
<i>C. scutifer</i> (Sars, 1863)	+	–	–
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	+	+	+
<i>Hetercope</i> (Sars, 1863) sp.	+	+	+
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	+	+
<i>Metacyclops gracilis</i> (Lilljeborg, 1853)	+	–	–
<i>Metacyclops planus</i> (Gurney, 1907)	+	–	–
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	–	–	+
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	+	–	–
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)	+	+	+
Rotifera			
<i>Asplanchna</i> (Gosse, 1850) sp.	+	+	+
<i>A. herriki</i> (Guerne, 1888)	+	–	–
<i>A. priodonta</i> (Gosse, 1850)	+	+	–
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof, 1891)	+	–	–
<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet, 1892)	+	–	–
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	–
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	–	+	+
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+	+	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+
<i>K. irregularis</i> (Lauterborn, 1898)	+	–	–
<i>K. quadrata</i> (O. F. Müller, 1786)	+	+	+
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	+	–	–
<i>Polyarthra</i> (Ehrenberg, 1834) sp.	+	+	+
<i>P. bicerca</i> (Wulfert, 1956)	+	–	–
<i>P. euryptera</i> (Wierzejski, 1891)	+	–	+
<i>P. longiremis</i> (Carlin, 1943)	–	+	+
<i>P. luminosa</i> (Kutikova, 1962)	+	–	+
<i>P. major</i> (Burckhardt, 1900)	+	+	+
<i>P. remata</i> (Skorikov, 1896)	–	+	–
<i>P. vulgaris</i> (Carlin, 1943)	–	+	–
<i>Synchaeta</i> (Ehrenberg, 1832) sp.	+	–	–
<i>Trichocerca</i> (Lamarck, 1801) sp.	–	–	+
<i>T. cylindrica</i> (Imhof, 1891)	+	+	+

В зоопланктоне исследуемых озер отмечено 48 видов, 10 из которых являются представителями веслоногих ракообразных (20,8 % от общего количества видов), 18 видов ветвистоусых ракообразных и 20 видов коловраток.

Видовой состав зоопланктона трех озер достаточно схож, но по видовому разнообразию преобладает оз. Нарочь. В нем были зарегистрированы виды, отсутствующие в остальных двух озерах, а именно: пять видов кладоцер – *Acroperus harpae*, *Alona quadrangularis*, *Daphnia longiremis*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Leptodora kindti*; четыре вида копепоид – *Cyclops scutifer*, *Metacyclops gracilis*, *Metacyclops planus*, *Thermocyclops crassus* и семь видов коловраток – *Asplanchna herriki*, *Bipalpus hudsoni*, *Conochilus unicornis*, *Keratella irregularis*, *Mytilina ventralis*, *Polyarthra bicerca*, *Synchaeta*. Озера Мястро и Баторино в свою очередь обладают более высоким обилием видов в толще воды.

Величины численности и биомассы зоопланктона в озерах Нарочь, Мястро, Баторино представлены в табл. 2.13.2.

Таблица 2.13.2

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

Месяц	Cladocera		Copepoda		Rotifera		Суммарная	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1								
IV	0,0	0,0	43,0	0,857	14,0	0,108	57,0	0,965
V	10,2	0,176	46,3	1,435	22,5	0,164	79,0	1,775
VI	15,0	0,269	84,5	2,138	11,5	0,029	111,0	2,436
VII	12,2	0,382	51,5	1,902	11,3	0,002	75,0	2,286
VIII	26,7	1,157	57,5	1,566	39,8	0,02	124,0	2,743
IX	16,5	0,689	41,3	1,594	35,5	0,014	93,3	2,297
X	12,5	0,357	42,5	2,361	9,3	0,008	64,3	2,726
$X \pm SD$	13,3 ± 8,0	0,43 ± 0,38	52,4 ± 15,3	1,69 ± 0,5	20,5 ± 12,5	0,05 ± 0,06	86,2 ± 24,5	2,17 ± 0,63
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2								
VI	13,0	0,211	46,0	1,544	2,0	0,001	61,0	1,756
VII	12,0	0,305	50,0	1,678	26,0	0,005	88,0	1,988
VIII	15,0	0,763	44,0	1,894	8,0	0,003	67,0	2,660
IX	17,0	0,612	43,0	2,596	19,0	0,007	79,0	3,215
X	10,0	0,272	39,0	2,306	13,0	0,005	62,0	2,583
$X \pm SD$	13,4 ± 2,7	0,43 ± 0,24	44,4 ± 4,0	2,0 ± 0,44	13,6 ± 9,3	0,004 ± 0,002	71,4 ± 11,7	2,44 ± 0,58
Озеро Мястро, пелагиаль								
V	98,0	1,506	222,0	8,992	150,0	0,121	470,0	10,62
VI	26,0	0,432	49,0	1,817	25,0	0,067	100,0	2,316
VII	12,0	0,14	20,0	0,66	26,0	0,009	58,0	0,81
VIII	91,0	1,145	119,0	5,183	8,0	0,023	218,0	6,351
IX	59,0	1,459	76,0	2,899	27,0	0,01	162,0	4,368
X	18,0	0,383	31,0	1,516	46,0	0,012	95,0	1,91
$X \pm SD$	50,6 ± 37,7	0,84 ± 0,59	86,2 ± 75,4	3,51 ± 3,1	47,0 ± 51,9	0,04 ± 0,05	183,8 ± 151,2	4,4 ± 3,63

Месяц	Cladocera		Copepoda		Rotifera		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 Баторино, пелагиаль								
V	480,0	5,838	248,0	7,626	230,0	0,1	958,0	13,564
VI	166,0	5,069	148,0	3,192	16,0	0,045	330,0	8,306
VII	158,0	4,942	80,0	3,178	12,0	0,023	250,0	8,143
VIII	220,0	7,507	202,0	5,685	79,0	0,28	501,0	13,472
IX	227,0	4,469	191,0	8,706	52,0	0,252	470,0	13,427
X	188,0	2,87	66,0	3,448	24,0	0,125	278,0	6,443
X ± SD	239,8 ± 120,9	5,11 ± 1,53	155,8 ± 71,8	5,31 ± 2,43	68,8 ± 82,9	0,14 ± 0,11	464,4 ± 262,2	10,56 ± 3,27

В оз. Нарочь в Малом и Большом плесах на протяжении всего вегетационного сезона численность и биомасса зоопланктона находились на относительно постоянном уровне, наблюдались лишь незначительные их колебания. В Малом плесе максимальная численность и биомасса были зарегистрированы в июне (111,0 тыс. экз/м³ и 2,436 г/м³) и августе (124,0 тыс. экз/м³ и 2,743 г/м³), в Большом плесе наблюдался постепенный рост биомассы зоопланктона, которая к сентябрю достигла своего максимума и составила 3,215 г/м³. Как в Малом, так и в Большом плесе оз. Нарочь основной вклад в образование численности и биомассы внесли представители типа Copepoda.

В озерах Мястро и Баторино наблюдалась схожая динамика развития зоопланктона. Самые высокие величины численности и биомассы приходились на начало вегетационного сезона (май). В оз. Мястро численность составила 470,0 тыс. экз/м³, биомасса – 10,62 г/м³, в оз. Баторино – 958,0 тыс. экз/м³ и 13,564 г/м³ соответственно. В обоих озерах основу биомассы составляли веслоногие ракообразные, а именно *Eudiaptomus graciloides*. Большие различия в численности произошли в связи с массовым развитием в оз. Баторино представителя ветвистоусых ракообразных *Bosmina longirostris*, численность которого составила 876,0 тыс. экз/м³. Затем до августа следовало постепенное снижение всех показателей. В августе численность и биомасса возросли, составив 218,0 тыс. экз/м³ и 6,351 г/м³ (оз. Мястро), 501,0 тыс. экз/м³ и 13,472 г/м³ (оз. Баторино), и снова стали снижаться к концу сезона. В целом оз. Баторино характеризовалось сравнительно высокими показателями численности и биомассы на протяжении всего вегетационного сезона.

Распределение доминирующих групп зоопланктона по численности и биомассе на протяжении вегетационного периода представлено в табл. 2.13.3.

Таблица 2.13.3

Доля отдельных групп зоопланктона (%) в общей его численности и биомассе в озерах Нарочь, Мястро, Баторино в 2015 г.

Месяц	Cladocera		Copepoda		Rotifera	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1						
IV	0,0	0,0	75,4	88,8	24,6	11,2
V	11,3	8,6	59,0	83,2	29,7	8,2
VI	14,8	11,1	76,3	87,9	8,9	1,0
VII	17,5	17,9	69,1	82,0	13,4	0,1
VIII	20,4	39,3	48,3	60,0	31,3	0,7
IX	18,1	31,4	46,0	67,9	35,9	0,7
X	18,9	13,2	65,8	86,5	15,3	0,3
Среднее за сезон ± SD	14,4 ± 7,0	17,3 ± 13,6	62,9 ± 12,2	79,5 ± 11,1	22,7 ± 10,3	3,2 ± 4,6

Месяц	Cladocera		Copepoda		Rotifera	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2						
VI	21,3	12,02	75,4	87,95	3,3	0,03
VII	13,6	15,3	56,8	84,4	29,6	0,3
VIII	22,4	28,7	65,7	71,2	11,9	0,1
IX	21,5	19,0	54,4	80,8	24,1	0,2
X	16,1	10,5	62,9	89,3	21,0	0,2
Среднее за сезон ± SD	19,0 ± 3,9	17,1 ± 7,3	63,0 ± 8,3	82,7 ± 7,2	18,0 ± 10,4	0,2 ± 0,1
Озеро Мястро, пелагиаль						
V	20,9	14,2	47,2	84,7	31,9	1,1
VI	26,0	18,7	49,0	78,4	25,0	2,9
VII	20,7	17,3	34,5	81,5	44,8	1,2
VIII	41,7	18,0	54,6	81,6	3,7	0,4
IX	36,4	33,4	46,9	66,4	16,7	0,2
X	19,0	20,0	32,6	79,3	48,4	0,7
Среднее за сезон ± SD	27,5 ± 9,4	20,3 ± 6,7	44,1 ± 8,7	78,6 ± 6,4	28,4 ± 17,0	1,1 ± 1,0
Озеро Баторино, пелагиаль						
V	50,1	43,1	25,9	56,2	24,0	0,7
VI	50,3	61,0	44,8	38,4	4,9	0,6
VII	63,2	60,7	32,0	39,0	4,8	0,3
VIII	43,9	55,7	40,3	42,2	15,8	2,1
IX	48,3	33,3	40,6	64,8	11,1	1,9
X	67,6	44,6	23,8	53,5	8,6	1,9
Среднее за сезон ± SD	53,9 ± 9,3	49,7 ± 11,2	34,6 ± 8,6	49,0 ± 10,8	11,5 ± 7,4	1,3 ± 0,8

В озерах Нарочь и Мястро наблюдалась схожая картина соотношения долей кладоцер, копепод и коловраток как по численности, так и по биомассе. Доля копепод в обоих озерах превышала долевые значения других типов, особенно по биомассе. В оз. Баторино максимальный вклад в численность вносили кладоцеры – 53,9 %, в биомассу – кладоцеры (49,7 %) и копеподы (49,0 %).

Среднесезонные значения численности и биомассы зоопланктона Нарочанских озер в 2015 г. незначительно отличаются от предыдущих лет (табл. 2.13.4).

Таблица 2.13.4

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

Численность, тыс. экз/м ³				Биомасса, г сырой массы/м ³			
2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Озеро Нарочь*							
72,5 ± 45,2	101,7 ± 36,0	120,5 ± 62,4	78,8 ± 18,1	0,43 ± 0,29	0,69 ± 0,23	2,2 ± 2,1	2,31 ± 0,61
Озеро Мястро							
164,0 ± 63,4	176,8 ± 83,2	247,5 ± 114,2	183,8 ± 151,2	1,83 ± 0,57	1,80 ± 1,10	4,3 ± 3,7	4,4 ± 3,63
Озеро Баторино							
234,8 ± 80,7	282,0 ± 63,9	466,4 ± 156,1	464,5 ± 262,2	1,84 ± 0,77	2,31 ± 0,32	7,2 ± 4,7	10,56 ± 3,27

* Среднее для Малого и Большого плесов.

Значения численности и биомассы зоопланктона Нарочанских озер в 2015 г. находились в пределах средних многолетних величин. В озерах Нарочь и Мясро численность зоопланктона по сравнению с предыдущим годом снизилась почти в 1,5 раза, а биомасса осталась прежней, в то время как в оз. Баторино численность зоопланктона не изменилась, а биомасса значительно возросла и составила $10,56 \text{ г/м}^3$. Таким образом, можно отметить постепенный рост численности и биомассы зоопланктона в оз. Баторино.

2.14. Бактериопланктон

Данные исследований бактериального сообщества за вегетационный сезон 2015 г. представлены в табл. 2.14.1.

В течение вегетационного сезона численность бактериопланктона в Малом и Большом плесах оз. Нарочь различалась незначительно и находилась в пределах от 2,22 до 3,88 млн кл/мл. Максимальная концентрация отмечена в августе – $3,66 \pm 0,51$ и $3,88 \pm 0,45$ млн кл/мл, в среднем же для вегетационного сезона численность бактерий составила $2,81 \pm 0,52$ и $3,30 \pm 0,48$ млн кл/мл для Малого и Большого плесов соответственно.

В озерах Мясро и Баторино максимальные значения отмечены в июле – соответственно $5,10 \pm 0,67$ и $8,36 \pm 0,89$ млн кл/мл. Сезонный ход численности бактериопланктона в исследуемых озерах представлен на рис. 5.

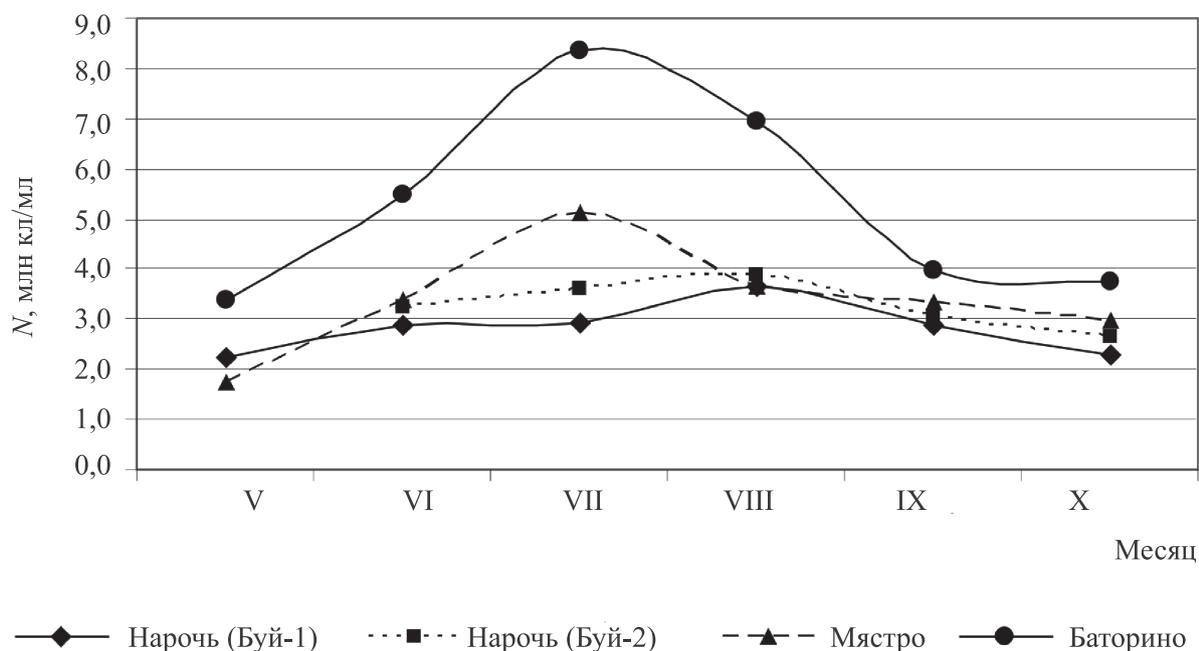


Рис. 5. Сезонный ход численности бактериопланктона в озерах Нарочанской группы

Как видно из рис. 5, в оз. Нарочь по сравнению с озерами Мясро и Баторино численность бактерий в течение вегетационного сезона 2015 г. имеет плавный характер распределения, т. е. с менее выраженным пиком концентрации. Так, максимальная численность бактерий в озерах Мясро и Баторино превышает таковую в оз. Нарочь (Буй-1) в 1,4 и 2,3 раза соответственно.

Численность, биомасса бактерий и их морфометрические параметры в озерах Нарочанской группы (вегетационный сезон 2015 г.)

Дата	Горизонт, м	Численность, млн кл/мл		Площадь клетки, мкм ²	Отношение длины к ширине		Длина, мкм	Ширина, мкм	Диаметр, мкм	Периметр, мкм	Объем, мкм ³		Биомасса, мг/л						
		X	±SD		X	±SD					X	±SD	X	±SD	X	±SD			
Озеро Нарочь, Малый плес, Буй-1																			
19.05.2015	интегральная проба	2,22	0,32	0,27	0,05	1,41	0,10	0,71	0,08	0,49	0,05	0,53	0,05	1,75	0,16	0,074	0,020	0,270	0,079
15.06.2015		2,90	0,54	0,24	0,04	1,29	0,04	0,66	0,08	0,48	0,04	0,56	0,06	1,85	0,19	0,085	0,023	0,187	0,054
14.07.2015		2,92	0,45	0,28	0,05	1,35	0,07	0,69	0,07	0,47	0,04	0,52	0,05	1,74	0,19	0,071	0,018	0,201	0,050
10.08.2015		3,66	0,51	0,22	0,04	1,46	0,08	0,65	0,06	0,51	0,04	0,56	0,06	1,84	0,18	0,086	0,025	0,248	0,073
17.09.2015		2,87	0,38	0,25	0,04	1,33	0,04	0,65	0,07	0,42	0,05	0,51	0,05	1,67	0,18	0,062	0,019	0,225	0,073
12.10.2015		2,29	0,45	0,23	0,06	1,34	0,08	0,63	0,09	0,48	0,04	0,52	0,05	1,72	0,17	0,072	0,019	0,206	0,063
Среднее ± SD		2,81 ± 0,52		0,25 ± 0,02		1,36 ± 0,06		0,67 ± 0,03		0,47 ± 0,03		0,53 ± 0,02		1,75 ± 0,09		0,073 ± 0,010		0,202 ± 0,036	
Озеро Нарочь, Большой плес, Буй-2																			
15.06.2015	интегральная проба	3,24	0,28	0,24	0,03	1,31	0,07	0,64	0,05	0,47	0,04	0,52	0,04	1,70	0,16	0,068	0,015	0,223	0,055
14.07.2015		3,63	0,54	0,24	0,04	1,29	0,05	0,63	0,05	0,46	0,04	0,51	0,04	1,68	0,15	0,067	0,014	0,239	0,051
10.08.2015		3,88	0,45	0,24	0,05	1,38	0,06	0,65	0,07	0,46	0,06	0,51	0,05	1,71	0,21	0,068	0,021	0,261	0,082
17.09.2015		3,05	0,28	0,28	0,08	1,34	0,04	0,69	0,12	0,50	0,07	0,55	0,09	1,86	0,33	0,087	0,039	0,264	0,121
12.10.2015		2,67	0,50	0,25	0,04	1,32	0,05	0,65	0,05	0,49	0,05	0,52	0,04	1,76	0,16	0,072	0,017	0,190	0,049
Среднее ± SD		3,30 ± 0,48		0,25 ± 0,02		1,33 ± 0,03		0,65 ± 0,02		0,48 ± 0,02		0,52 ± 0,02		1,74 ± 0,07		0,072 ± 0,008		0,235 ± 0,031	
Озеро Мясро																			
14.05.2015	интегральная проба	1,75	0,35	0,34	0,09	1,48	0,11	0,82	0,11	0,53	0,07	0,64	0,08	2,13	0,29	0,125	0,050	0,216	0,097
22.06.2015		3,38	0,48	0,25	0,05	1,42	0,08	0,68	0,07	0,47	0,04	0,53	0,05	1,73	0,17	0,072	0,018	0,245	0,082
15.07.2015		5,10	0,67	0,26	0,03	1,34	0,04	0,67	0,05	0,49	0,03	0,54	0,04	1,80	0,14	0,077	0,016	0,396	0,097
17.08.2015		3,65	0,53	0,28	0,04	1,41	0,07	0,74	0,07	0,49	0,04	0,57	0,05	1,91	0,17	0,088	0,020	0,320	0,083
16.09.2015		3,34	0,38	0,31	0,05	1,31	0,06	0,74	0,05	0,52	0,05	0,59	0,05	1,97	0,17	0,098	0,024	0,330	0,094
19.10.2015		2,98	0,40	0,26	0,05	1,34	0,08	0,66	0,06	0,48	0,04	0,53	0,04	1,76	0,19	0,075	0,019	0,223	0,060
Среднее ± SD		3,37 ± 1,08		0,28 ± 0,04		1,38 ± 0,06		0,72 ± 0,06		0,50 ± 0,02		0,57 ± 0,04		1,88 ± 0,15		0,089 ± 0,020		0,288 ± 0,072	
Озеро Багорино																			
14.05.2015	интегральная проба	3,39	0,52	0,48	0,12	1,44	0,09	0,99	0,10	0,61	0,08	0,76	0,09	2,63	0,35	0,206	0,076	0,676	0,181
22.06.2015		5,50	0,63	0,50	0,07	1,43	0,09	1,03	0,07	0,62	0,04	0,79	0,06	2,76	0,26	0,220	0,050	1,208	0,288
21.07.2015		8,36	0,89	0,49	0,09	1,33	0,08	0,95	0,08	0,65	0,07	0,75	0,07	2,66	0,27	0,204	0,058	1,724	0,587
17.08.2015		6,94	0,73	0,48	0,09	1,31	0,06	0,92	0,09	0,65	0,08	0,74	0,07	2,59	0,28	0,196	0,054	1,379	0,474
16.09.2015		3,99	0,42	0,33	0,06	1,40	0,06	0,81	0,08	0,53	0,04	0,63	0,06	2,10	0,21	0,116	0,032	0,458	0,123
14.10.2015		3,74	0,44	0,35	0,08	1,45	0,08	0,84	0,08	0,54	0,06	0,64	0,07	2,17	0,23	0,126	0,040	0,473	0,159
Среднее ± SD		5,32 ± 2,00		0,44 ± 0,08		1,39 ± 0,06		0,93 ± 0,09		0,60 ± 0,05		0,72 ± 0,07		2,48 ± 0,28		0,178 ± 0,045		0,986 ± 0,527	

Средневегетационная биомасса бактериопланктона в исследуемых озерах представлена на рис. 6, сезонный ход биомассы – на рис. 7.

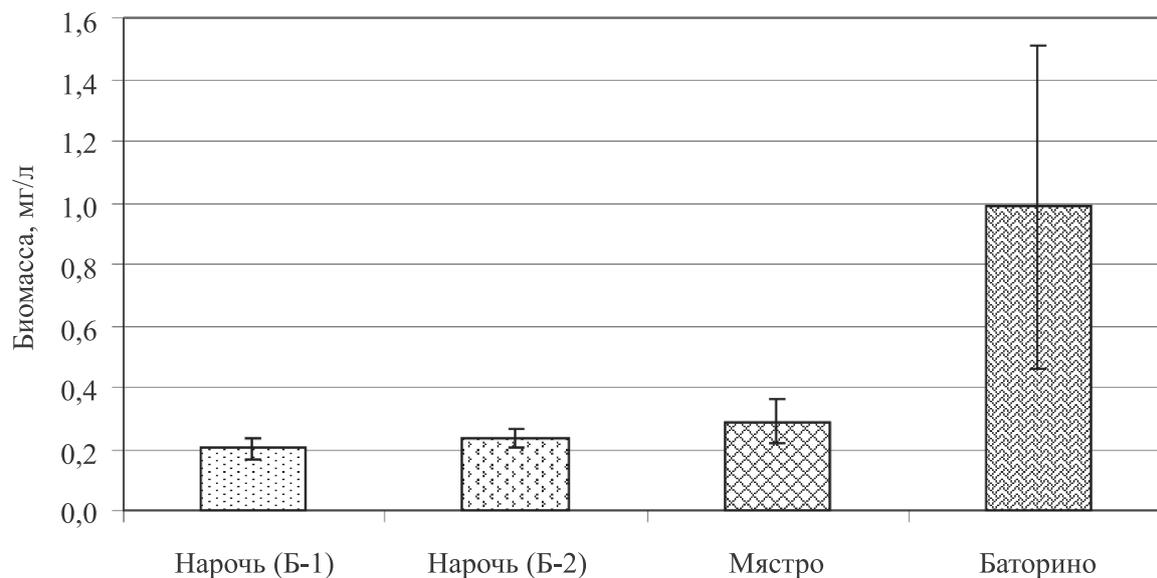


Рис. 6. Средневегетационная биомасса бактериопланктона в озерах Нарочанской группы за 2015 г.

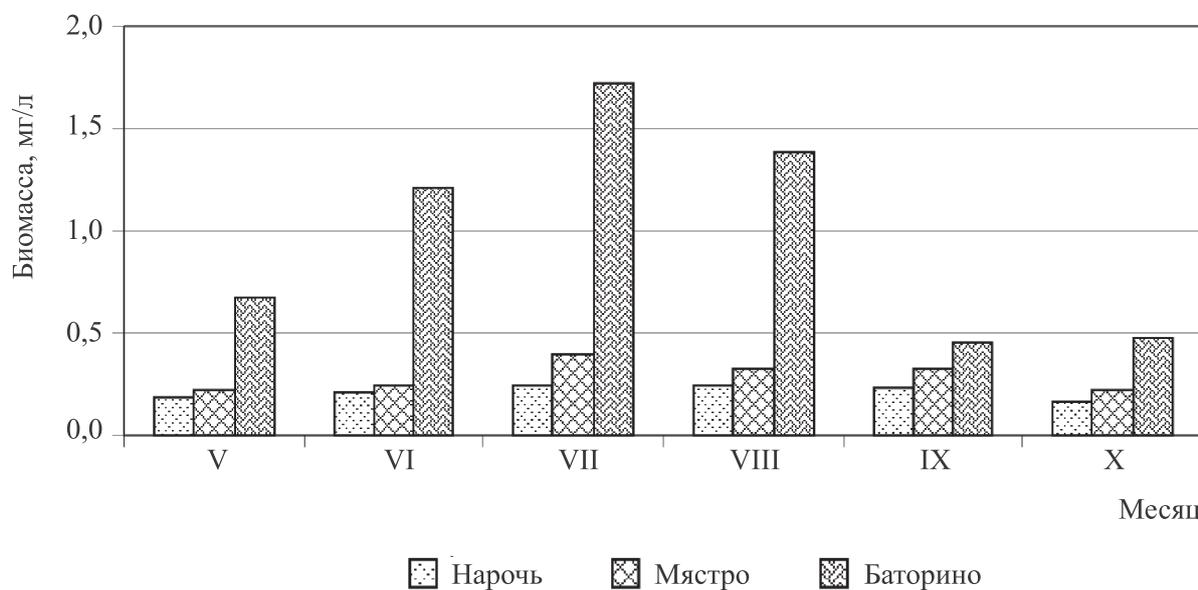


Рис. 7. Сезонный ход биомассы бактериопланктона в озерах Нарочанской группы

В Малом плесе оз. Нарочь средняя за вегетационный сезон биомасса бактериопланктона составляла $0,202 \pm 0,036$, в Большом – $0,235 \pm 0,031$ мг/л, в оз. Мястро – $0,288 \pm 0,072$ и в оз. Баторино – $0,986 \pm 0,527$ мг/л. Как видим, биомассы в озерах Нарочь и Мястро практически не различаются, а в оз. Баторино она выше в 3–4 раза. Такая биомасса в оз. Баторино обусловлена не только более высокой численностью бактериальных клеток, но и их более крупными размерами.

На рис. 8 представлена частота встречаемости клеток разного объема в исследуемых озерах.

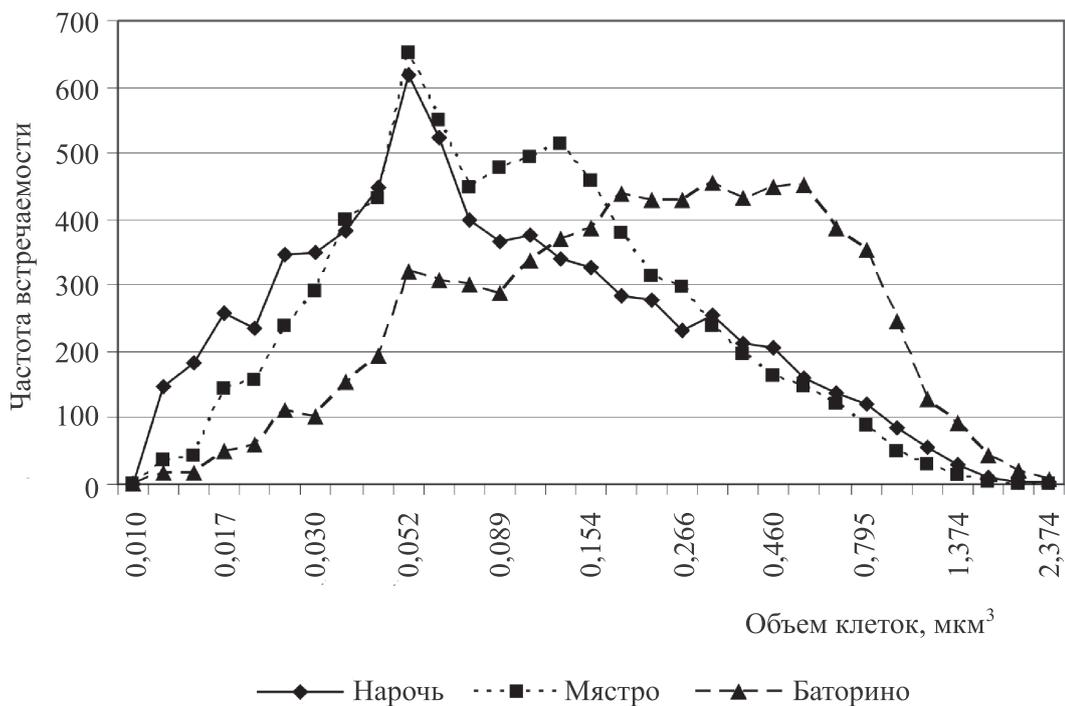


Рис. 8. Частота встречаемости бактериальных клеток разного объема в озерах Нарочь, Мястро и Баторино (вегетационный сезон, 2015 г.)

В оз. Нарочь бактериопланктон представлен мелкими клетками, преимущественно кокками. Основная масса клеток находится в диапазоне 0,05–0,07 μm^3 . В оз. Мястро наибольшее количество бактерий в диапазоне 0,05–0,15 μm^3 . В оз. Баторино размерный спектр наиболее часто встречающихся клеток значительно шире – 0,05–1,00 μm^3 .

Данные количественного развития бактериопланктона 2015 г. в сравнении с многолетними представлены в табл. 2.14.2.

Таблица 2.14.2

Численность бактериопланктона (млн кл/мл) в озерах за вегетационный сезон 2015 г. в сравнении с многолетними данными

Месяц	2006–2010 гг.		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
	\bar{X}	SD	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
Озеро Нарочь (средние величины для Малого и Большого плесов)							
V	1,72	0,50	1,98	1,50	1,41	1,83	2,22
VI	1,90	0,58	1,85	2,44	1,56	2,74	3,07
VII	2,20	0,61	2,55	2,73	3,33	3,26	3,27
VIII	2,47	0,52	1,85	3,61	3,15	2,32	3,77
IX	1,87	0,63	1,30	2,43	2,46	1,90	2,96
X	1,89	0,42	1,04	1,81	2,09	1,71	2,48
Среднее за сезон $\pm SD$	2,01 \pm 0,27		1,76 \pm 0,53	2,42 \pm 0,74	2,33 \pm 0,80	2,29 \pm 0,61	2,96 \pm 0,56

Месяц	2006–2010 гг.		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>
Озеро Мястро							
V	2,70	0,94	5,84	2,82	1,25	3,20	1,75
VI	2,69	0,98	4,21	3,09	3,51	3,82	3,38
VII	3,02	1,14	9,41	3,53	3,88	3,20	5,10
VIII	3,84	1,39	4,02	4,39	3,83	3,13	3,65
IX	3,01	0,98	3,62	4,42	2,86	2,68	3,34
X	2,97	1,11	3,09	3,31	2,53	2,29	2,98
Среднее за сезон ± SD	3,04 ± 0,42		5,03 ± 2,34	3,59 ± 0,67	2,98 ± 1,00	3,05 ± 0,52	3,37 ± 1,08
Озеро Баторино							
V	3,32	1,81	2,81	3,49	3,38	3,64	3,39
VI	4,63	1,98	3,58	4,87	4,33	4,87	5,50
VII	5,20	1,69	7,20	7,31	6,41	4,57	8,36
VIII	5,86	1,06	3,57	8,38	4,43	3,97	6,94
IX	4,19	1,54	4,39	6,15	3,45	3,56	3,99
X	3,64	1,63	4,75	5,25	3,35	2,12	3,74
Среднее за сезон ± SD	4,47 ± 0,96		4,38 ± 1,54	5,91 ± 1,76	4,23 ± 1,18	3,79 ± 0,97	5,32 ± 2,00

В оз. Нарочь средневегетационная численность бактериопланктона в 2015 г. по сравнению с предыдущими годами исследований незначительно выше – $2,96 \pm 0,56$ млн кл/мл ($2,29 \pm 0,61$ – в 2014 г.; $2,33 \pm 0,80$ – в 2013 г.). В оз. Мястро концентрация бактерий в 2015 г. составила $3,37 \pm 1,08$ млн кл/мл. В предыдущие годы исследований наблюдаются как более низкие, так и более высокие величины. В оз. Баторино средневегетационная численность бактериопланктона в сравнении с двумя предыдущими годами выше – $5,32 \pm 2,00$ млн кл/мл ($3,79 \pm 0,97$ – в 2014 г.; $4,23 \pm 1,18$ – в 2013 г.), а в 2012 г. – близкая величина ($5,91 \pm 1,76$ млн кл/мл).

Таким образом, изучение бактериального сообщества в 2015 г. показало, что в озерах Нарочанской группы происходят среднегодовые колебания численности бактерий, характерные для трофического статуса данных озер.

2.15. 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 2-й с. обложки). В разделе представлены данные для 2014 г. в силу того, что пробы, отобранные в 2015 г., в соответствии с существующими методиками [6, с. 20–24] должны выдерживаться не менее четырех месяцев со дня фиксации организмов для стабилизации их веса. Результаты камеральной обработки этих проб будут представлены в следующем выпуске «Бюллетеня...».

Видовой состав макробентоса трех озер представлен в табл. 2.15.1. Всего в 2014 г. отмечено 126 таксонов бентосных беспозвоночных организмов, из них в оз. Нарочь – 117, в оз. Мястро – 76 и в оз. Баторино – 57.

По сравнению со списком видов в озерах за 2013 г. в оз. Нарочь в 2014 г. прибавились следующие виды: *Glossiphonia concolor* (Apathy, 1888); *Procladius tessulata* (O. F. Müller, 1774); *Erythrosetella testacea* (Savigny, 1820); *Anisus albus* (O. F. Müller, 1774); *Valvata piscinalis* (O. F. Müller, 1774); *Pallasiola quadrispinosa* (G. O. Sars, 1867); *Ischnura pumilio* (Charpentier, 1828); *I. elegans* (van der Linden, 1823); *Coenagrion puella* (Linne, 1758); *C. pulchellum* (van der Linden, 1823); *Centroptilum luteolum* (O. F. Müller, 1776); *Holocentropus picicornis* (Stephens, 1836); *Chaoborus cristallinus* (de Geer); *Prodiamesa olivacea* (Meigen, 1918); в оз. Мясстро: *Nepa cinerea* (Linne, 1758); *Haliphus* (Latreille, 1802) sp.; *Hydaticus* (Leach, 1817) sp.; *Pseudochironomus prasinatus* (Staeger, 1839); *Einfeldia pagana* (Meigen, 1838) и в оз. Баторино: *Gordius aquaticus* (Linne); *Limnephilus stigma* (Curtis); *Chironomus tentans* (Fabricius, 1805); *Limnochironomus* gr. *nervosus* (Staeger, 1839); *Tanytarsus vilipennis* (Kieffer, 1918); *T. punctipennis* (Meigen, 1918).

Не были обнаружены, по данным сборов за 2014 г. (по сравнению с 2013 г.), в оз. Нарочь виды: *Borystenia naticina* (Menke, 1845); *Bithynia inflata* (Hansen, 1845); *Sympetrum danae* (Sulzer, 1776); *Libellula quadrimaculata* (Linne, 1758); *Molanna angustata* (Curtis, 1834); *Tricholeiochiton fagessi* (Guinard, 1879); *Cryptochironomus* gr. *camptolabis* (Kieffer, 1924); *Microtendipes* gr. *chloris* (Meigen, 1818); *Orthocladus* gr. *saxicola* (Kieffer, 1911); *Pentapedilum* gr. *exectum* (Kieffer, 1915); *Parachironomus vitiosus* (Goetghebuer, 1921); в оз. Мясстро: *Euglesa* (Leach in Jenyns, 1832) sp.; *Limnaea palustris* (O. F. Müller, 1774); *Planorbis planorbis* (Linne, 1758); *Planorbarius purpura* (O. F. Müller, 1774); *Valvata cristata* (O. F. Müller, 1774); *V. depressa* (C. Pfeiffer, 1828); *V. pulchella* (Studer, 1820); *V. planorbulina* (Paladilhe, 1867); *Ephemera vulgata* (Linne, 1758); *Donacia* (Fabricius, 1775) sp.; *Limnephilus stigma* (Curtis); *Cyrrhus flavidus* (McLachlan, 1864); *Holocentropus picicornis* (Stephens, 1836); *Leptocerus tineiformis* (Curtis, 1834); *Tabanus* (Linne, 1758) sp.; *Cryptochironomus* gr. *conjungens* (Kieffer, 1918); *Psectrocladius* gr. *psilopterus* (Kieffer, 1906); *Pentapedilum* gr. *exectum* (Kieffer, 1915) и в оз. Баторино: *Unio* (Philipson, 1788) sp.; *Euglesa* (Leach in Jenyns, 1832) sp.; *Segmentina nitida* (O. F. Müller, 1774); *Valvata pulchella* (Studer, 1820); *Bithynia tentaculata* (Linne, 1758); *Sialis* (Latreille, 1802) sp.; *Athripsodes aterrimus* (Stephens, 1836); *Molanna angustata* (Curtis, 1834); *Cyrrhus flavidus* (McLachlan, 1864); *Cryptochironomus* gr. *vulneratus* (Zetterstedt, 1860); *Polypedilum* gr. *convictum* (Walker, 1856); *Microtendipes* gr. *chloris* (Meigen, 1818); *Pentapedilum* gr. *exectum* (Kieffer, 1915).

Таблица 2.15.1

Видовой состав бентоса озер Нарочь, Мясстро и Баторино (по данным сборов 2014 г.)

Видовой состав	Озера
Тип Coelenterata, Cnidaria	
Класс Hydrozoa	
Отряд Hydroida	
<i>Hydridae</i> n/det	Н, М
Тип Plathelminthes, Platyhelminthes	
Класс Tricladida, Turbellaria	
<i>Planaria</i> sp.	Н
Тип Nemathelminthes	
Класс Nematoda	
<i>Nematoda</i> n/det	Н, М, Б
Класс Nematomorpha, Gordiacea	
<i>Gordius aquaticus</i> (Linne)	Н, М, Б

Видовой состав	Озера
Тип Annelida	
Класс Clitellata	
Подкласс Oligochaeta	
<i>Oligochaeta</i> n/det	Н, М, Б
Подкласс Hirudinea	
Отряд Rhynchobdellida	
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linne, 1758)	Н, М
<i>G. concolor</i> (Apathy, 1888)	Н
<i>Helobdella stagnalis</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>Proclepsis tessulata</i> (O. F. Müller, 1774)	Н
<i>Piscicola geometra</i> (Linne, 1761)	Н
Отряд Arhynchobdellida	
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>E. nigricollis</i> (Brandes, 1900)	Н
<i>E. testacea</i> (Savigny, 1820)	Н
Тип Mollusca	
Класс Lamellibranchia, Bivalvia	
Отряд Unioniformes	
<i>Unio</i> (Philipson, 1788) sp.	М
<i>Anodonta</i> (Lamarck, 1799) sp.	М, Б
Отряд Cardiiformes	
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	Н, М, Б
Отряд Luciniformes	
<i>Sphaerium</i> (Scopoli, 1777) sp.	Н, М, Б
<i>Pisidium</i> (Pfeiffer, 1821) sp.	Н, М, Б
<i>Musculium</i> (Link, 1807) sp.	Н, М
<i>Euglesa</i> (Leach in Jenyns, 1832) sp.	Н, М
Класс Gastropoda	
Отряд Lymnaeiformes	
<i>Limnaea stagnalis</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>L. auricularia</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>L. ovata</i> (Draparnaud, 1805)	Н, М, Б
<i>L. palustris</i> (O. F. Müller, 1774)	Н, Б
<i>L. glutinosa</i> (O. F. Müller, 1774)	Н
<i>Acroloxis lacustris</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>Planorbis planorbis</i> (Linne, 1758)	Н
<i>P. carinatus</i> (O. F. Müller, 1774)	Н
<i>Anisus albus</i> (O. F. Müller, 1774)	Н

Видовой состав	Озера
<i>A. vortex</i> (Linne, 1758)	Н
<i>A. vorticulus</i> (Troschel, 1834)	Н
<i>A. dispar</i> (Westerlun, 1871)	Н
<i>A. contortus</i> (Linne, 1758)	Н
<i>A. spirorbis</i> (Linne, 1758)	Н
<i>A. septemgyratus</i> (Rossmassler, 1835)	Н
<i>A. strauchianus</i> (Clessin, 1886)	Н
<i>A.</i> (Studer, 1820) sp.	Н
<i>Hippeutis</i> (Agassiz in Charpentier, 1837) sp.	Н
<i>Segmentina nitida</i> (O. F. Müller, 1774)	Н
<i>Planorbarius corneus</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>P. purpura</i> (O. F. Müller, 1774)	Н
<i>Physa fontinalis</i> (Linne, 1758)	Н
Отряд Ectobranchia	
<i>Valvata cristata</i> (O. F. Müller, 1774)	Н, Б
<i>V. depressa</i> (C. Pfeiffer, 1828)	Н, Б
<i>V. piscinalis</i> (O. F. Müller, 1774)	Н, М, Б
<i>V. pulchella</i> (Studer, 1820)	Н
<i>V. planorbulina</i> (Paladilhe, 1867)	Н, Б
<i>V. ambigua</i> (Westerlun, 1873)	Н, М, Б
<i>V. antiqua</i> (Sowerby, 1838)	М, Б
<i>V. profunda</i> (Clessin, 1887)	М
Отряд Vivipariformes	
<i>Viviparus viviparus</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>V. contectus</i> (Millet, 1813)	Н
Отряд Rissoiformes	
<i>Bithynia tentaculata</i> (Linne, 1758)	Н, М
<i>Codiella leachi</i> (Sheppard, 1823)	Н
Отряд Neritopsiformes	
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linne, 1758)	Н, М
Тип Arthropoda	
Класс Crustacea	
Отряд Amphipoda	
<i>Gammarus lacustris</i> (G. O. Sars, 1867)	Н, М
<i>Pallasiola quadrispinosa</i> (G. O. Sars, 1867)	Н
Отряд Isopoda	
<i>Asellus aquaticus</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б

Видовой состав	Озера
Класс Arachnida	
<i>Hydracarina</i> n/det	Н, М, Б
Класс Insecta	
Отряд Odonata	
<i>Sympetrum flaveolum</i> (Linne, 1758)	Н
<i>S. vulgatum</i> (Linnaeus, 1758)	Н
<i>Libellula depressa</i> (Linne, 1758)	Н, М
<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier, 1828)	Н
<i>I. elegans</i> (van der Linden, 1823)	Н
<i>Coenagrion puella</i> (Linne, 1758)	Н
<i>C. pulchellum</i> (van der Linden, 1823)	Н
Отряд Ephemeroptera	
<i>Ephemera vulgata</i> (Linne, 1758)	Н
<i>Caenis horaria</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>Cloeon dipterum</i> (Linne, 1758)	Н, М
<i>Centroptilum luteolum</i> (O. F. Müller, 1776)	Н
Отряд Heteroptera	
<i>Plea minutissima</i> (Leach, 1817)	Н, М, Б
<i>Ilyocoris cimicoides</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>Nepa cinerea</i> (Linne, 1758)	Н, М
<i>Notonecta</i> (Linne, 1758) sp.	Н, М, Б
<i>Gerris lacustris</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
Отряд Coleoptera	
<i>Haliphus</i> (Latreille, 1802) sp.	Н, М
<i>Hydaticus</i> (Leach, 1817) sp.	М
Отряд Trichoptera	
<i>Athripsodes aterrimus</i> (Stephens, 1836)	Н, М
<i>Anabolia soror</i> (McLachlan, 1875)	М
<i>Limnephilus stigma</i> (Curtis)	Б
<i>L.</i> (Leach, 1815) sp.	Н, М
<i>Cyrmus flavidus</i> (McLachlan, 1864)	Н
<i>Holocentropus picicornis</i> (Stephens, 1836)	Н
<i>Orthotrichia tetensii</i> (Kolbe, 1887)	Н
<i>Leptocerus tineiformis</i> (Curtis, 1834)	Н
<i>L. aterrimus</i> (Stephens, 1836)	Н
<i>Oxyethira costalis</i> (Curtis, 1834)	Н, М
<i>Semblis phalaenoides</i> (Linnaeus, 1758)	Н

Видовой состав	Озера
Отряд Diptera	
<i>Ceratopogonidae</i> gen. sp.	Н, М, Б
<i>Chaoborus cristallinus</i> de Geer	Н, М, Б
Сем. Chironomidae	
<i>Tanytarsus</i> gr. <i>gregarius</i> (Kieffer, 1909)	Н, М, Б
<i>T.</i> gr. <i>mancus</i> v. d. (Wulp, 1856)	Н, М, Б
<i>T.</i> gr. <i>lauterborni</i> (Kieffer, 1909)	Н, М, Б
<i>T.</i> gr. <i>lobatifrons</i> (Kieffer, 1914)	Н
<i>T.</i> gr. <i>pediceffiferus</i> (Birula, 1931)	Н
<i>Rheotanytarsus</i> gr. <i>exiguus</i> (Johannsen, 1937)	Н, М, Б
<i>Pseudochironomus prasinatus</i> (Staeger, 1839)	Н, М
<i>Glyptotendipes</i> gr. <i>gripekoveni</i> (Kieffer, 1913)	Н, М, Б
<i>Chironomus</i> f.l. <i>plumosus</i> (Linne, 1758)	Н, М, Б
<i>C.</i> (<i>Lobochironomus</i>) <i>dorsalis</i> (Meigen, 1818)	Н, М, Б
<i>C. tentans</i> (Fabricius, 1805)	Н, М, Б
<i>Limnochironomus</i> gr. <i>nervosus</i> (Staeger, 1839)	Н, М, Б
<i>L.</i> gr. <i>tritonus</i> (Kieffer, 1916)	Н, М, Б
<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> (Kieffer, 1921)	Н, М, Б
<i>Cr.</i> gr. <i>viridulus</i> (Fabricius, 1805)	Н, М
<i>Cr.</i> gr. <i>vulneratus</i> (Zetterstedt, 1860)	Н, М
<i>Einfeldia pagana</i> (Meigen, 1838)	Н, М
<i>E.</i> gr. <i>carbonaria</i> (Meigen, 1928)	М, Б
<i>Polypedilum</i> gr. <i>convictum</i> (Walker, 1856)	Н, М
<i>P.</i> (<i>Polypedilum</i>) <i>nubeculosum</i> (Meigen, 1818)	Н, М, Б
<i>P.</i> (<i>Tripodura</i>) <i>scalaenum</i> (Schraenck, 1803)	Н, М, Б
<i>P.</i> gr. <i>breviantennatum</i> (Tshernovskij, 1949)	Н, М, Б
<i>Allochironomus</i> (Kieffer, 1928) sp.	Н, М, Б
<i>Endochironomus</i> gr. <i>tendens</i> (Fabricius, 1794)	Н, М, Б
<i>En.</i> gr. <i>dispar</i> (Meigen, 1818)	Н, М, Б
<i>Microtendipes</i> gr. <i>chloris</i> (Meigen, 1818)	М
<i>Stictochironomus</i> gr. <i>histrion</i> (Fabricius, 1794)	Н, М, Б
<i>Psectrocladius</i> gr. <i>psilopterus</i> (Kieffer, 1906)	Н
<i>Cricotopus</i> gr. <i>algarum</i> (Kieffer, 1911)	Н
<i>C.</i> gr. <i>silvestris</i> (Fabricius, 1794)	Н
<i>Micropsectra praecox</i> (Meigen, 1818)	Н, М, Б
<i>Harnischia fuscimanus</i> (Kieffer, 1921)	Н
<i>Tanypus vilipennis</i> (Kieffer, 1918)	М, Б
<i>T. punctipennis</i> (Meigen, 1918)	М, Б

Видовой состав	Озера
<i>Ablabesmyia</i> gr. <i>lentiginosa</i> (Fries, 1823)	Н, М, Б
<i>Ab.</i> (Johannsen, 1905) sp.	Н, М, Б
<i>Procladius</i> (Scuse, 1889) sp.	Н, М, Б
<i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1918)	Н

Количественные характеристики по основным группам животных бентосного сообщества сведены в табл. 2.15.2 и 2.15.3. В табл. 2.15.4 показано изменение общей плотности и биомассы бентоса на различных глубинах озер.

Величины средневзвешенных биомасс и плотности поселения зообентоса в целом для озер в 2014 г. расположились в следующем порядке: в оз. Нарочь – 20,77 и 3,8; в оз. Мястро – 6,84 и 1,2 и в оз. Баторино – 2,03 г/м² и 0,4 тыс. экз/м² (см. табл. 2.15.2).

Таблица 2.15.2

**Средневзвешенные величины плотности (*N*, тыс. экз/м²)
и биомассы (*B*, г/м²) макробентоса в 2014 г.**

Дата	Общая		Oligochaeta		Mollusca		Crustacea		Chironomidae		Прочие	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Озеро Нарочь												
VI	3,6	23,29	0,4	2,14	0,7	4,97	0,6	8,21	1,5	1,33	0,5	6,65
VII	4,8	23,94	0,2	0,83	0,8	7,50	2,1	10,55	1,3	0,99	0,3	4,07
X	2,8	15,08	0,2	1,19	0,8	4,56	0,5	4,55	0,7	0,73	0,7	4,05
Средние	3,8	20,77	0,3	1,39	0,8	5,68	1,0	7,77	1,2	1,01	0,5	4,93
<i>SD</i>	0,98	4,94	0,13	0,68	0,09	1,59	0,92	3,03	0,41	0,30	0,2	1,49
Озеро Мястро												
VI	1,4	7,81	0,1	0,85	0,1	2,96	0,003	0,03	1,0	3,32	0,2	0,65
VII	1,2	8,35	0,2	0,54	0,4	3,65	0	0	0,5	4,03	0,1	0,14
X	0,9	4,36	0,1	0,11	0,05	2,32	0	0	0,6	1,11	0,2	0,83
Средние	1,2	6,84	0,1	0,50	0,2	2,98	0,001	0,01	0,7	2,82	0,2	0,54
<i>SD</i>	0,26	2,17	0,05	0,37	0,17	0,67	0,002	0,02	0,27	1,52	0,08	0,36
Озеро Баторино												
VI	0,3	1,54	0,03	0,08	0,02	0,39	0	0	0,1	0,13	0,1	0,94
VII	0,2	0,44	0,02	0,03	0,01	0,11	0	0	0,2	0,23	0,02	0,07
X	0,8	4,10	0,01	0,01	0,02	0,95	0	0	0,5	2,65	0,3	0,49
Средние	0,4	2,03	0,02	0,04	0,02	0,49	0	0	0,2	1,00	0,1	0,50
<i>SD</i>	0,32	1,88	0,01	0,04	0,01	0,43	0	0	0,20	1,43	0,13	0,44

В 2014 г. максимумы биомассы и значений средневзвешенной плотности животных наблюдали в оз. Нарочь в июле – 23,94 и 4,8; в оз. Мястро в июле – 8,35 и 1,4 – в июне; в оз. Баторино в октябре – 4,10 г/м² и 0,8 тыс. экз/м². Наименьшими эти показатели были в октябре для оз. Нарочь – 15,08 и 2,8; для оз. Мястро – 4,36 и 0,9; в июле для оз. Баторино – 0,44 г/м² и 0,2 тыс. экз/м².

Весомую роль в численности бентоса оз. Нарочь играли хирономиды и ракообразные, в биомассе – моллюски и ракообразные. В оз. Мястро – хирономиды и моллюски; в оз. Баторино хирономиды и организмы, вошедшие в группу «Прочие», преобладали как в численности, так и в биомассе (см. табл. 2.15.3).

Таблица 2.15.3

**Относительное участие (%) основных систематических групп организмов
в общей численности (N) и биомассе (B) макробентоса в 2014 г.**

Озеро	Oligochaeta		Mollusca		Crustacea		Chironomidae		Прочие	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Нарочь	8,0	6,7	20,2	27,3	27,5	37,4	30,7	4,9	13,6	23,7
Мястро	12,5	7,3	14,4	43,5	0,1	0,15	59,8	41,2	13,2	7,9
Баторино	4,8	1,9	3,9	24,0	0	0	56,6	49,6	34,7	24,5

Величины средней плотности и биомассы организмов были максимальны в оз. Нарочь на глубинах от 1 до 4 м, в озерах Мястро и Баторино – от 1 до 2 м (см. табл. 2.15.4). В оз. Мястро также высокие количественные показатели бентоса за 2014 г. на глубинах от 6 до 10 м обусловлены наличием значительного числа личинок комаров семейства Chironomidae и вида *Chaoborus cristallinus* de Geer.

Таблица 2.15.4

**Общая плотность (N, тыс. экз/м²) и биомасса (B, г/м²) макробентоса
на различных глубинах озер в 2014 г.**

Глубина, м	Озеро Нарочь		Озеро Мястро		Глубина, м	Озеро Баторино	
	N	B	N	B		N	B
0–2	13,3	27,74	5,5	25,82	1	0,8	4,53
2–4	14,0	124,12	0,4	3,69	2	0,5	1,31
4–6	0,8	9,10	0,3	1,94	3	0,3	1,97
6–8	0,2	1,30	0,4	3,56	4	0,3	1,50
8–10	0,3	1,99	0,5	5,39	5	0,1	0,96
10–12	0,4	1,45	–	–	–	–	–
12–14	0,2	1,54	–	–	–	–	–
14–16	0,2	1,00	–	–	–	–	–

Из табл. 2.15.5 видно, что участие хищного бентоса в общей численности наибольшее в оз. Баторино, меньшее в оз. Мястро и 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 2.15.5

**Средняя плотность, биомасса и относительное участие в общей численности (N),
биомассе (B) мирного и хищного макробентоса озер в 2014 г.**

Озеро	Макрзообентос							
	Мирный		Хищный		Мирный		Хищный	
	N, тыс. экз/м ²	B, г/м ²	N, тыс. экз/м ²	B, г/м ²	N, %	B, %	N, %	B, %
Нарочь	3,2	16,18	0,5	4,60	85,9	77,9	14,1	22,1
Мястро	0,9	6,35	0,3	0,49	75,9	92,9	24,1	7,1
Баторино	0,2	1,58	0,2	0,44	53,8	78,1	46,2	21,9

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

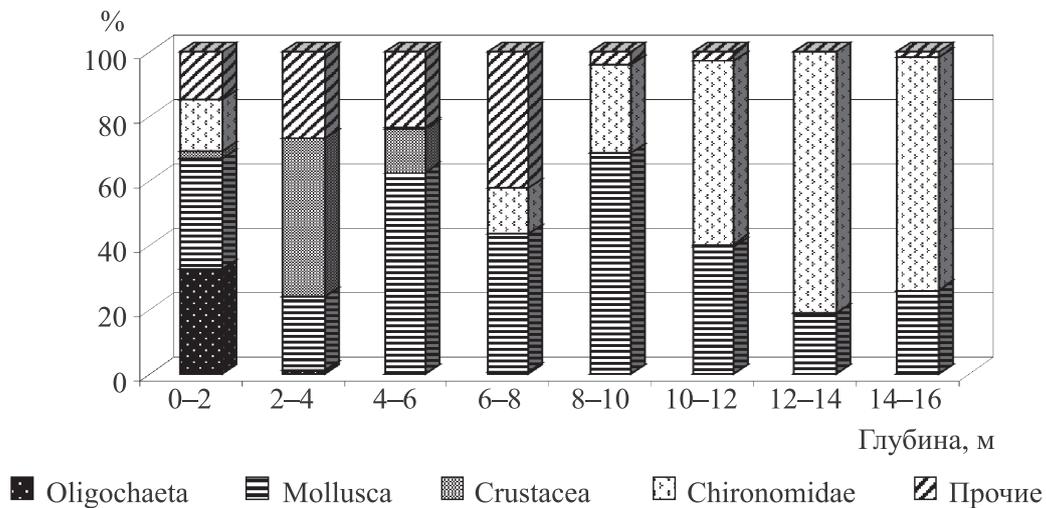


Рис. 9. Относительное участие (%) основных групп животных в общей биомассе макробентоса на различных глубинах оз. Нарочь в 2014 г.

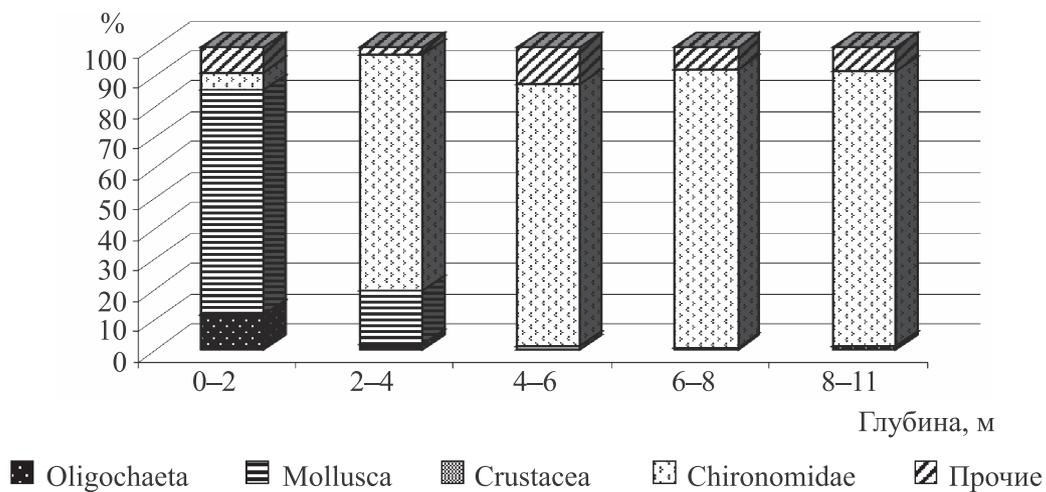


Рис. 10. Относительное участие (%) основных групп животных в общей биомассе макробентоса на различных глубинах оз. Мястро в 2014 г.

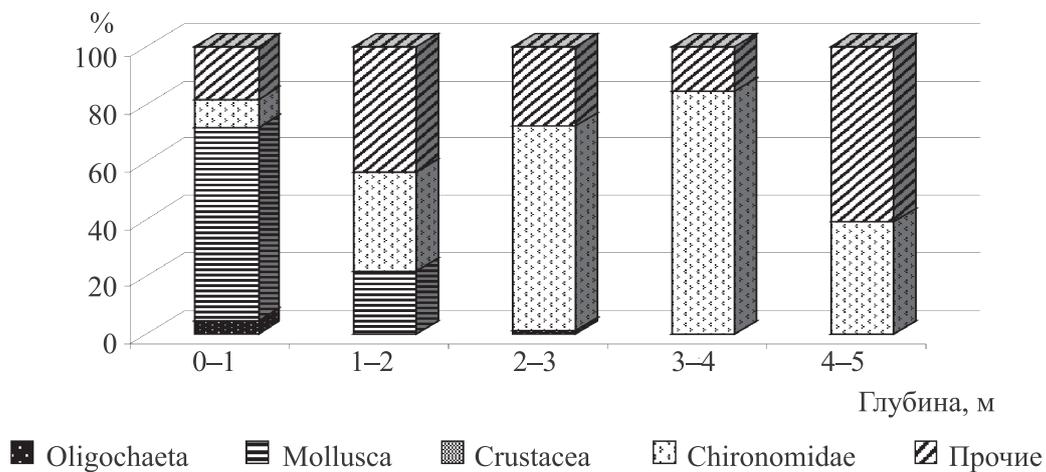


Рис. 11. Относительное участие (%) основных групп животных в общей биомассе макробентоса на различных глубинах оз. Баторино в 2014 г.

В дночерпательных пробах макрозообентоса отдельно вычленили моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas. В табл. 2.15.6 и 2.15.7 приведены средние значения плотности и биомассы дрейссены в озерах Нарочь и Мястро на различных глубинах.

Таблица 2.15.6

Средние величины плотности (N , тыс. экз/м² ($\pm SD$)) и биомассы (B , г/м² ($\pm SD$)) дрейссены по данным дночерпательных проб оз. Нарочь в 2014 г.

Месяц	Глубина, м							
	0–2		3–4		5–6		7–8	
	N	B	N	B	N	B	N	B
VI	0,20	166,05	1,46	203,64	0,30	70,22	0	0
VII	0,32	280,27	0,10	26,22	0,08	9,93	0	0
X	0,32	62,19	1,58	153,95	0,50	3,66	0,04	0,29
Средние	0,28	169,51	1,05	127,94	0,29	27,94	0,01	0,10
SD	0,07	109,08	0,82	91,53	0,21	36,75	0,02	0,17

Таблица 2.15.7

Средние величины плотности (N , тыс. экз/м² ($\pm SD$)) и биомассы (B , г/м² ($\pm SD$)) дрейссены по данным дночерпательных проб оз. Мястро в 2014 г.

Месяц	Глубина, м	
	0–2	
	N	B
VI	0,02	0,80
VII	0,02	0,20
X	0,1	22,66
Средние	0,05	7,89
SD	0,05	12,80

На оз. Мястро в 2014 г. дрейссена в дночерпательные пробы попадалась только в литорали района дендросада в июне – с численностью 0,04 (0,02 среднее значение) тыс. экз/м² и биомассой 1,60 (0,80) г/м²; июле – 0,04 (0,02) и 0,40 (0,20) и октябре – 0,20 (0,1) и 45,33 (22,66). По литорали среднее значение численности за сезон составило 0,05 тыс. экз/м² и биомассы – 7,89 г/м².

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

3. ВЫСШАЯ ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Наиболее ранние исследования высшей водной растительности озер относятся к 1960-м гг. [7; 8]. В работах приведены данные по видовому составу, продуктивности, химическому составу видов-доминантов. Ботанические и биоэкологические наблюдения получили отражение в работах сотрудников лаборатории озероведения БГУ [9–14]. На этот период приходится фундаментальные исследования видового состава, выполнено детальное картирование растительности в озерах, определена продуктивность растительных ассоциаций, выявлена функциональная роль макрофитов в экосистеме озер. Начиная с 2000 г. озеро включены в реестр пунктов наблюдений мониторинга растительного мира (блок «Водная растительность») и комплексного мониторинга экосистем на ООПТ Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь (НСМОС РБ), на них развернуты режимные наблюдения с периодичностью 1 раз в 3–5 лет [15; 16]. Методической основой исследований служат унифицированная методика профилирования [17] и «Концепция и методика мониторинга водной растительности» [18].

Описание зарастания озер проводилось методом профилирования. Зону зарастания ограничивали на батиметрической карте по величине предельной глубины распространения макрофитов на профилях. В пределах зоны зарастания отдельно выделяли полосы и их фрагменты с доминированием в растительном покрове надводной, погруженной части и растений с плавающими листьями. Для определения урожайности с помощью легководолазного снаряжения отбирали укосы биомассы типичных фитоценозов. В лабораторных условиях определяли сухую массу растительности, ее зольность, химический состав отдельных видов растений.

Озеро Нарочь. В оз. Нарочь зарегистрировано 45 видов сосудистых растений и 9 видов харовых водорослей (табл. 3.1).

Одна из особенностей зарастания оз. Нарочь – слабое развитие надводных растений. Несмотря на значительные потенциальные возможности для развития этой группы формаций (17 % площади озера приходится на мелководья до 2 м глубины), общая площадь зарослей надводных растений не превышает 2,3 % общей площади озера.

Заросли надводных растений в отличие от погруженной растительности не образуют сплошной зоны, а отдельными пятнами различной площади размещаются в литорали до глубины 1,5–1,8 м. Основные заросли надводных макрофитов получили развитие вдоль юго-восточного, южного и западного берегов Большого плеса, вдоль Большой косы и вдоль западного берега Малого (Степеневского) плеса (рис. на 3-й с. обложки).

Максимальной ширины (500 м при средней 200 м) полоса надводных зарослей достигает вдоль южного берега (между д. Занарочь и устьем р. Нарочанки). Следует отметить, что заросли надводных растений в Большом плесе довольно редкие, средняя биомасса до 0,6 кг воздушно-сухого веса на 1 м² зарослей. Максимальная биомасса (до 2 кг ВСВ на 1 м² тростниковых зарослей) зафиксирована вдоль южного берега Большой косы и напротив д. Степенево.

Основные ценозообразователи полосы надводных растений – тростник (*Phragmites australis*), камыш озерный (*Schoenoplectus lacustris*). Реже встречаются рогоз узколистный (*Typha angustifolia*), хвощ речной (*Equisetum fluviatile*), ситняг болотный (*Eleocharis palustris*), образующие небольшие по площади монодоминантные заросли вдоль юго-восточного берега Большого плеса напротив пансионата «Сосны» и вдоль западного берега Степеневского

плеса. Очень редко попадаются манник водный (*Glyceria maxima*), тростянка овсяницевая (*Scolochloa festucacea*), аир обыкновенный (*Acorus calamus*).

Ежегодная биомасса надводных растений в оз. Нарочь оценивается в 1171 т воздушно-сухого веса, что составляет 12,3 % от всей биомассы макрофитов.

Таблица 3.1

Видовой состав макрофитов, обитающих в озерах

Таксон	Нарочь	Мястро	Баторино
Отдел Charophyta			
<i>Chara aspera</i> Willd	+	+	+
<i>Ch. ceratophylla</i> Wallr.	+		
<i>Ch. contraria</i> Kutz.	+		
<i>Ch. foetida</i> A. Br.	+	+	
<i>Ch. fragilis</i> Desv.	+	+	
<i>Ch. polyacantha</i> A. Br.	+		
<i>Ch. rudis</i> A. Br.	+		
<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desvaux) J. Cr.	+	+	
Отдел Bryophyta			
<i>Fontinalis</i> sp.	+	+	
Отдел Equisetophyta			
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	+	+	+
Отдел Magnoliophyta			
Сем. Nymphaeaceae			
<i>Nymphaea candida</i> J. et C. Presl	+	+	+
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith	+	+	+
Сем. Ceratophyllaceae			
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+	+	
Сем. Ranunculaceae			
<i>Batrachium circinatum</i> (Sibth.) Spach (= <i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.)	+	+	+
Сем. Polygonaceae			
<i>Polygonum amphibium</i> L.	+	+	+
Сем. Haloragaceae			
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	+	+
Сем. Lentibulariaceae			
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	+		
Сем. Alismataceae			
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+	+	+
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	+	+	+
Сем. Hydrocharitaceae			
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	+	+	+
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	+	+	+
<i>Stratiotes aloides</i> L.	+	+	+

Таксон	Нарочь	Мястро	Баторино
Сем. Potamogetonaceae			
<i>Potamogeton compressus</i> L.	+	+	+
<i>P. crispus</i> L.	+	+	+
<i>P. filiformis</i> Pers.	+	+	
<i>P. friesii</i> Rupr.	+		
<i>P. gramineus</i> L.	+	+	
<i>P. lucens</i> L.	+	+	+
<i>P. natans</i> L.	+	+	+
<i>P. pectinatus</i> L.	+	+	+
<i>P. perfoliatus</i> L.	+	+	+
<i>P. praelongus</i> Wulf.	+	+	
<i>P. pusillus</i> L.	++		
<i>P. panormitanus</i> Biv.	+		
Сем. Juncaceae			
<i>Juncus articulatus</i> L.	+	+	+
<i>J. effusus</i> L.	+	+	+
Сем. Cyperaceae			
<i>Carex</i> spp.	+	+	+
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	+	+	+
<i>Scirpus lacustris</i> L.	+	+	+
Сем. Roaceae			
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br	+	+	+
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. (= <i>Ph. communis</i> Trin.)	+	+	+
Сем. Araceae			
<i>Acorus calamus</i> L.	+	+	+
Сем. Lemnaceae			
<i>Lemna minor</i> L.	+	+	+
<i>L. trisulca</i> L.	+	+	
<i>Spirodeia polyrhiza</i> (L.) Schleid.	+	+	+
Сем. Sparganiaceae			
<i>Sparganium emersum</i> Rehm (= <i>S. simplex</i> Huds.)	+	+	+
<i>S. erectum</i> L. (= <i>S. ramosum</i> Huds.)	+	+	
Сем. Typhaceae			
<i>Typha angustifolia</i> L.	+	+	+
<i>T. latifolia</i> L.	+	+	+

Растения с плавающими листьями в оз. Нарочь имеют ограниченное распространение. Небольшие пятна кубышки желтой (*Nuphar lutea*), кувшинки чисто-белой (*Nymphaea candida*), рдеста плавающего (*Potamogeton natans*), горца земноводного (*Persicaria amphibia*) можно встретить среди тростниково-камышовых зарослей в Малом плесе (д. Степенево) и вдоль юго-восточного берега Большого плеса (в районе пансионата «Сосны»). Неукореняющиеся виды плавающих – водокрас (*Hydrocharis morsus-ranae*), ряска (*Lemna minor*), многокоренник (*Spirodela polyrhiza*) – встречаются в зарослях полупогруженных растений отдельными экземплярами.

Зона зарослей погруженных гидрофитов тянется непрерывной полосой вдоль всего побережья, занимая литораль и sublиторальный склон до глубины 7,5 м. В центральной части Малого и Большого плесов имеется множество подводных возвышенностей, заросших погруженными водными растениями: элодеей (*Elodea canadensis*), рдестами (*Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*), роголистником (*Ceratophyllum submersum*), харовыми водорослями (*Chara aspera*, *Ch. foetida*, *Ch. fragilis*).

Максимальной ширины (1,5–2,0 км) полоса подводных макрофитов достигает вдоль северо-восточного берега в районе Малой косы и острова, а также в северо-западной части Степеневского плеса. Минимальная ширина (150 м) – в юго-западной части Степеневского плеса (севернее пос. Наносы) и вдоль восточного берега (напротив протоки Скема ширина 250 м). Среди формаций погруженной растительности доминируют харовые водоросли, которые формируют как чистые заросли (в основном на глубинах от 1,5 до 2,5 м с проективным покрытием дна 60–100 % и биомассой в среднем до 0,400 кг/м² зарослей), но чаще встречаются в сообществах с видами рода *Potamogeton*, элодеей (*E. canadensis*), телорезом (*Stratiotes aloides*), роголистником (*Ceratophyllum demersum*) (преимущественно на глубинах 2,5–4,5 м с проективным покрытием дна 70–100 % и средней биомассой до 0,600 кг/м² зарослей). Наибольшее разнообразие и обильное развитие харовые водоросли получили в Малом плесе. Урожайность зарослей колеблется от 0,05 кг/м² зарослей до 1,3 кг воздушно-сухого веса.

Среди рдестов чаще всего встречаются широколистные: блестящий (*P. lucens*) и пронзеннолистный (*P. perfoliatus*), максимальная (зафиксированная) глубина произрастания в озере – 6,5 м. Биомасса в чистых рдестовых зарослях невысокая (в среднем 0,160 кг/м² зарослей), чаще рдесты встречаются в сообществах с другими погруженными растениями, образуя верхний ярус. Глубины с 4,5 до 7,5 м занимают преимущественно формации элодеи (*E. canadensis*) и роголистника (*C. demersum*), формируя самые плотные заросли на глубинах 5–7 м с проективным покрытием дна до 90 % и средней биомассой до 0,700 кг/м² зарослей. Максимальные биомассы на этих глубинах зафиксированы к югу от Большой косы, севернее острова и напротив дома отдыха «Звезда». На внешней границе зарослей погруженных растений (глубина 7,5 м) произрастает роголистник (*C. demersum*), реже встречается водоросль нителлопсис притупленный (*Nitellopsis obtusa*), еще реже – водяной мох (*Fontinalis antipyretica*).

Расчеты площадей зарастания и биомассы макрофитов свидетельствуют о явном доминировании в экосистеме водоема погруженной растительности.

Оз. Нарочь – место произрастания охраняемых видов водной флоры, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь: подтверждено произрастание нителлопсиса притупленного (*N. obtusa*); произрастание кувшинки белой (*N. alba*) последними исследованиями не подтверждено.

Озеро Мясро. Озеро характеризуется богатым видовым составом водной растительности – 26 видов (табл. 3.1). Надводные заросли оконтуривают третью часть длины берега, достигая наибольшей ширины (150–200 м) у восточного берега озера. Доминирует в зоне надводных растений камыш (*S. lacustris*), часто отмечаются ассоциации с тростником (*Ph. australis*), ситнягом (*E. palustris*). Реже встречаются рогоз (*T. angustifolia*) и хвощ (*E. fluviatile*). Расселяются надводные макрофиты лишь до глубины 1,3 м (см. рис. на 3-й с. обложки).

Сообщества макрофитов с плавающими на воде листьями образуют отдельные пятна в затишных заливах с илистыми высокоорганическими отложениями. Доминируют ассоциации, образованные кубышкой (*N. lutea*), кувшинкой (*N. candida*), рдестом плавающим (*P. natans*), изредка отмечены пятна горца земноводного (*Persicaria amphibia*), водокраса (*Hydrocharis morsus-ranae*) и рясковых (*Lemna minor*, *L. trisulca*).

Зона погруженных макрофитов шириной до 300 м опоясывает озеро на отдельных участках, прерываясь вблизи мысов и абразионных участков береговых склонов. Обособленные, довольно обширные пятна монодоминантных урутьевых, роголистниковых или рдестовых зарослей расположены на подводных возвышениях в центральной части озера на глубине 2,0–5,0 м – предельной глубине распространения макрофитов в этом озере. Типичными за-

рослеобразователями этой зоны являются: уруть (*Myriophyllum spicatum*), рдесты (*P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. crispus*), лютик жестколистный (*Ranunculus aquatica*), элодея (*E. canadensis*), роголистник (*C. demersum*). Редкие пятна зарослей образованы харовыми водорослями (*Ch. foetida*, *Ch. fragilis*) и водяным мхом (*F. antipyretica*). Проективное покрытие дна погруженной растительностью в среднем 40 %.

В оз. Мястро на глубинах 2,5–5,0 м в сообществе с роголистником (*C. demersum*), водяным мхом (*F. antipyretica*), харовыми водорослями произрастает редкий охраняемый вид харовых водорослей нителлопсис притупленный (*N. obtusa*), занесенный в Красную книгу Республики Беларусь.

Высокоурожайными являются фитоценозы, образованные рогозом (*T. angustifolia*) и камышом (*S. lacustris*). Их биомасса колеблется от 1,5 до 2,7 кг/м² воздушно-сухой массы. Низкоурожайные фитоценозы (0,15–0,2 кг/м²) представлены разреженными зарослями тростника (*Ph. altissimus*, *P. australis*) и ситняга (*E. austriaca*) и приурочены к грубым по механическому составу минеральным грунтам. Среди погруженных гидрофитов наиболее продуктивные смешанные заросли из урути (*M. spicatum*), лютика (*R. aquatica*), рдеста пронзеннолистного (*P. perfoliatus*), роголистника (*C. demersum*) и элодеи (*E. canadensis*) (около 0,5 кг/м² воздушно-сухой массы), а малопродуктивные (0,1–0,3 кг/м²) – монодоминантные заросли тех же растений на песчано-гравийных грунтах.

Основная роль в создании продукции макрофитов принадлежит сообществам надводных растений, продуцирующих за вегетационный сезон почти 1280 т воздушно-сухого вещества, что составляет около 70 % от общих запасов растительного сырья в озере, оцениваемых в 1800 т воздушно-сухого вещества. В целом оз. Мястро зарастает на 40 %. Тип зарастания – гелофитный.

Озеро Баторино. Флористический состав высшей водной растительности представлен 17 видами (табл. 3.1). В отличие от озер Нарочь и Мястро харовые водоросли и мхи в оз. Баторино не обнаружены. Растительность хорошо развита. Особенность зарастания озера – широкое развитие надводных макрофитов и водно-болотной растительности, которая преобладает вдоль низинных заторфованных и заболоченных участков берегов, отмеченных на одной трети длины береговой линии, а также на участках прибрежных сплавинов в заливах. Низкая прозрачность воды ограничивает распространение растительности, которая характеризуется незначительной глубиной распространения растений (от 1,2 до 1,5 м).

Видовой состав представлен различными морфоэкологическими группами макрофитов с доминированием в зарастании надводных гелофитов: камыша (*S. lacustris*), тростника (*Ph. australis*), рогоза (*T. angustifolia*), ситняга (*E. palustris*), хвоща (*E. fluviatile*). Ширина пояса надводных растений обычно составляет 0–180 м. Наибольшей величины она достигает в южном заливе и вдоль северного берега.

Подводные растения (ширина полосы до 70 м) распространены гораздо шире – преобладающее развитие получили рдесты пронзеннолистный (*P. perfoliatus*) и длиннейший (*P. praelongus*), уруть (*M. spicatum*), телорез (*S. aloides*).

Среди зарослей надводных макрофитов и за их зоной до предельных глубин произрастания встречаются пятна рдестов (*P. lucens*, *P. perfoliatus*), элодеи (*E. canadensis*) и нимфейных (*Nymphaeaceae*), отдельными пятнами в зарослях присутствует телорез (*S. abides*).

Озеро характеризуется отсутствием сплошной полосы растений с плавающими листьями, которые встречаются отдельными пятнами у истоков «Баторинского ручья» и в мелководном юго-западном заливе. В составе растений с плавающими листьями преобладают нимфеиды: кубышка (*N. lutea*), кувшинка (*N. candida*). В укрытых заиленных заливах встречаются рдест плавающий (*P. natans*), водокрас (*Hydrocharis morsus-ranae*).

Для оз. Баторино характерен высокий уровень развития и продуктивности макрофитов. Основная роль в продуцировании органического вещества принадлежит сообществам надводных макрофитов – до 80 % от общей продукции макрофитов. Доля плавающих и погруженных растений в продукции вещества почти равновална. Наиболее продуктивные

участки литорали характеризуются биомассой от 0,5 до 1,2 кг/м² воздушно-сухого вещества, которую в основном составляют рогозово-разнотравные ассоциации в сочетании с ярусом плавающих макрофитов (кубышка *N. lutea*, кувшинка *N. candida* или рдест плавающий *P. natans*). Среднепродуктивные (от 0,2 до 1 кг/м² воздушно-сухой массы) образованы, как правило, камышом (*S. lacustris*), хвощом (*E. fluviatile*), стрелолистом (*Sagittaria sagittifolia*) в ассоциации с нимфейными в литоральной зоне. Низкопродуктивные участки литорали на песчаных или слабозаиленных грунтах заняты разреженными участками ситняка болотного (*E. palustris*) или тростника (*Ph. australis*), а на илистых отложениях – монодоминантными зарослями рдеста и урути (*M. spicatum*), биомасса которых колеблется от 0,05 до 0,2 кг/м² воздушно-сухого вещества. В целом для оз. Баторино характерен гелофитный тип растительности с низкой площадью зарастания (до 40 %).

За весь период наблюдений с 1959 по 2015 г. в развитии водной растительности озер можно условно выделить несколько этапов. В первый этап, с 1959 по 1990 г., озера испытывают интенсификацию процессов эвтрофирования, которые сопровождаются замещением доминировавших ранее харовых формаций элодеевыми, усилением развития видов макрофитов эвтрофных и высокоэвтрофных вод: элодеи (*E. canadensis*), роголистника (*C. demersum*), урути (*M. spicatum*), рдеста Фриса (*Potamogeton friesii*), рдеста гребенчатого (*P. pectinatus*), рдеста маленького (*P. pusillus*) – от 2 до 20 %. Наблюдается увеличение зарастания устьевой части впадающих ручьев водно-болотными растениями (ручьи Урлики, Антонисберг, Симоны, Купа и др.), вытаптывание подводной растительности в зоне активного использования мелководий для купания (пляжи «Сосны», «Зубренок», турбаза «Нарочь», санаторий «Беларусь» и др.) на оз. Нарочь. Отмечаются случаи массового развития нитчатых водорослей в литорали озера. Сократилась площадь зарастания (от 24 до 17 км²), глубина произрастания (от 9 до 7,5 м), снизилась в 1,5–2,0 раза биомасса макрофитов в оз. Нарочь.

В оз. Мястро тростниково-моховый тип растительности сменился камышово-тростниково-урутьево-рдестовым. Низкорослые заросли мхов и харовых водорослей заменили высокорослые элодеиды: элодея (*E. canadensis*), рдесты, уруть (*M. spicatum*), шелковник жестколистный (*Batrachium circinatum*). Глубина произрастания макрофитов снизилась с 6 до 4,2 м.

В оз. Баторино изменился тип зарастания с рдестово-тростникового на тростниково-нимфейный, исчезли формации харовых водорослей. Доля биомассы погруженных макрофитов снизилась от 54 до 10 %, сократилась площадь зарастания от 23 до 10 %, глубина распространения макрофитов уменьшилась от 3,6 до 1,6 м за счет сокращения развития погруженной растительности.

В результате реализации водоохранных мероприятий на водосборе озер, создания Национального парка «Нарочанский», а также вселения мощного фильтраатора дрейссены гидроэкологическое состояние озер, исключая Баторино, улучшилось. В последние десятилетия наблюдается интенсификация процесса деэвтрофирования.

Однако заметное улучшение качества воды в оз. Нарочь, в частности увеличение прозрачности, не привело к существенным изменениям в его зарастании. По результатам съемки последних лет, максимальная глубина распространения растительности – 7,5 м, что соответствует данным 1978–1981 гг. За последние 20 лет незначительно сократилась площадь зарастания, в основном за счет погруженных растений. Более существенные изменения произошли в накоплении макрофитами биомассы, величина которой стала больше почти в два раза. В настоящее время зарастает 27,5 % площади озера, среднегодовая биомасса макрофитов 9533 т воздушно-сухого вещества, что в пересчете составляет 52 г/м² органического вещества. Потенциальная возможность увеличения степени зарастания водоема говорит о том, что макрофиты по-прежнему важнейший элемент данной экосистемы, определяющий и контролирующей высокую сбалансированность продукционно-деструкционных процессов.

Сокращение глубины произрастания подводной растительности в оз. Баторино и увеличение роли нимфейных в качестве ценозообразователей свидетельствуют о продолжающемся процессе эвтрофикации озера.

4. ИХТИОФАУНА, РЫБНЫЕ РЕСУРСЫ И СТЕПЕНЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Состояние рыбных ресурсов анализируемых озер определяется составом их ихтиофауны, продукционными характеристиками и степенью эксплуатации (промысловой и любительской). Состав ихтиофауны озер представлен 20–24 видами аборигенных рыб и интродуцентами (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Видовой состав ихтиофауны Нарочанских озер

Наименование отрядов, семейств, родов, видов и подвидов рыб	Озеро		
	Нарочь	Мястро	Баторино
ОТРЯД SALMONIFORMES – ЛОСОСЕОБРАЗНЫЕ			
Сем. COREGONIDAE (Cope, 1872), СИГОВЫЕ			
Род COREGONUS (Lacépède, 1804) – сиги			
<i>Coregonus albula</i> (Linnaeus, 1758) – ряпушка европейская	+	–	–
<i>Coregonus lavaretus maraenoides</i> (Poljakov, 1874) – сиг (чудской)	+	–	–
Сем. ESOCIDAE (Cuvier, 1816*) – ЩУКОВЫЕ			
Род ESOX (Linnaeus, 1758) – щуки			
<i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758) – щука обыкновенная	+	+	+
ОТРЯД CYPRINIFORMES – КАРПООБРАЗНЫЕ			
Сем. CYPRINIDAE (Bonaparte, 1832) – КАРПОВЫЕ			
Род ABRAMIS (Cuvier, 1816) – лещи			
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758) – лещ	+	+	+
Род BLICCA (Heckel, 1843) – густеры			
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758) – густера	+	+	+
Род CARASSIUS (Jaroški, 1822) – караси			
<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) – золотой, или обыкновенный, карась	+	+	+
<i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch) – карась серебряный	+	+	+
Род CYPRINUS (Linnaeus, 1758) – карпы			
<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758) – сазан, карп обыкновенный	+	+	+
Род GOBIO (Cuvier, 1816) – пескари			
<i>Gobio gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758) – пескарь обыкновенный	+	+	+
Род LEUCISCUS (Cuvier (ex Klein), 1816) – ельцы			
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758) – язь	+	+	+
Род RHODEUS (Agassiz, 1832) – горчаки			
<i>Rhodeus sericeus amarus</i> (Bloch) – горчак обыкновенный	+	+	?
Род RUTILUS (Rafinesque, 1820) – плотвы			
<i>Rutilus rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) – плотва обыкновенная	+	+	+
Род SCARDINIUS (Bonaparte, 1837) – красноперки			
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758) – красноперка	+	+	+
Род TINCA (Cuvier, 1816) – лини			
<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758) – линь	+	+	+

Наименование отрядов, семейств, родов, видов и подвидов рыб	Озеро		
	Нарочь	Мястро	Баторино
Род ALBURNUS (Heckle, 1843) – уклейки			
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758) – уклейка обыкновенная	+	+	+
Сем. COBITIDAE (Swainson, 1839) – ВЬЮНОВЫЕ			
Род COBITIS (Linnaeus, 1758) – щиповки			
<i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758) – щиповка обыкновенная	+	+	+
<i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758) – вьюн	+	+	+
ОТРЯД ANGUILLIFORMES – УГРЕОБРАЗНЫЕ			
Сем. ANGUILLIDAE (Rafinesque, 1810) – РЕЧНЫЕ УГРИ			
Род ANGUILLA (Schrank, 1798) – речные угри			
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758) – речной угорь	+	+	+
ОТРЯД GADIFORMES – ТРЕСКООБРАЗНЫЕ			
Сем. LOTIDAE (Jordan and Evermann, 1898) – НАЛИМОВЫЕ			
Род LOTA (Oken, 1817) – налимы			
<i>Lota lota lota</i> (Linnaeus, 1758) – налим обыкновенный	+	+	+
ОТРЯД PERCIFORMES – ОКУНЕОБРАЗНЫЕ			
ПОДОТРЯД PERCOIDEI – ОКУНЕВИДНЫЕ			
Сем. PERCIDAE (Cuvier, 1816) – ОКУНЕВЫЕ			
Род GYMNOCEPHALUS (Bloch, 1793) – ерши			
<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758) – ерш обыкновенный	+	+	+
Род PERCA (Linnaeus, 1758) – пресноводные окуни			
<i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758) – окунь речной	+	+	+
Род STIZOSTEDION (Rafinesque, 1820) – судаки			
<i>Stizostedion lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенный судак	+	+	+
ОТРЯД SCORPAENIFORMES – СКОРПЕНООБРАЗНЫЕ			
ПОДОТРЯД COTTOIDEI – КЕРЧАКОВИДНЫЕ			
Сем. COTTIDAE – КЕРЧАКОВЫЕ			
Род COTTUS (Linnaeus, 1758) – подкаменщики			
<i>Cottus gobio</i> (Linnaeus, 1758) – подкаменщик обыкновенный	+	?	–
ОТРЯД GASTEROSTEIFORMES – КОЛЮШКООБРАЗНЫЕ			
Сем. GASTEROSTEIDAE (Bonaparte, 1831) – КОЛЮШКОВЫЕ			
Род GASTEROSTEUS (Linnaeus, 1758) – трехиглые колюшки			
<i>Gasterosteus aculeatus</i> (Linnaeus, 1758) – колюшка трехиглая	+	+	+
ВСЕГО	24	21	20

Примечание: «+» – встречается; «–» – не встречается; «?» – наличие не подтверждено.

Нарочь. В разное время состав ихтиофауны насчитывал до 25 видов рыб. По материалам промысловой статистики и результатам наблюдений можно констатировать, что в настоящее время он насчитывает не более 24 видов рыб, относимых к 9 семействам. Отмечавшийся ранее в составе ихтиофауны сом европейский последние 30 лет не фиксировался. Не подтверждено наличие гольца усатого, также указывавшегося ранее. Из числа имеющихся видов и форм 19 принадлежат аборигенной ихтиофауне, 4 (угорь, сазан, карась серебряный, сиг) появились в результате деятельности человека. Судак в небольшом количестве заходит из оз. Мястро, где он также появился в результате интродукции. Попытки вселения в озеро пеляди успеха не имели, и данный вид в настоящее время не встречается.

Баторино. В озере отмечается до 20 видов рыб, относящихся к 7 семействам, в том числе 16 аборигенных. В разное время в озеро производили посадки карася серебряного, сазана, угря. Судак проник в оз. Баторино самостоятельно из оз. Мястро.

Мястро. Ихтиофауна озера в разное время включала до 23 видов промысловых и непромысловых рыб, но из них аборигенных только 17, относимых к 7 семействам. В отдельные годы в осенне-зимний период осуществляются заходы ряпушки и сига из оз. Нарочь, в 2009 г. отмечена поимка 1 экз. лосося *Salmo salar* (самец в брачном наряде). В разные периоды в озеро производили посадки ценных вселенцев – судака, сига, угря, сазана амурского, карася серебряного. Вместе с посадочным материалом сазана в водоем попадали и растительноядные рыбы (белый амур), изредка вылавливаемые единичными экземплярами. Судак и карась в озере прижились и создали самовоспроизводящиеся популяции. Численность угря и сазана находится в зависимости от периодичности посадки и в настоящее время имеет тенденцию к убыванию. Растительноядных и сиговых рыб в последние годы не отмечено.

Основу промысловых ихтиокомплексов составляют аборигенные рыбы, из вселенцев наибольшее значение имеет угорь. Такие ранее экономически значимые виды, как сиг, судак, карп, карась серебряный, в настоящее время потеряли свое значение по причине трансформации экосистем озер либо незначительности (прекращения) объемов вселения.

Рыбопромысловую эксплуатацию рыбных стад на Нарочанских озерах осуществляют рыболовецкие бригады государственного природоохранного учреждения «Национальный парк “Нарочанский”» и рыболовы-любители. Промысловый лов рыбы в 2015 г. осуществляли на озерах Мястро и Баторино. На оз. Нарочь он прекращен и с 2012 г. не предусмотрен как вид деятельности.

Видовая структура и величины промыслового вылова по озерам Баторино и Мястро представлены в табл. 4.2. В промысловых уловах отмечено 7–10 видов рыб. В структуре вылова по обоим водоемам доминирует лещ, из крупных хищников – щука. Численность щуки поддерживается как естественным воспроизводством (за счет сохранения условий нереста), так и периодическим зарыблением со стороны национального парка. Уловы угря не отражают полноты картины с ресурсами данного вида, так как значительная его часть наблюдается в период сезонного ската и фиксируется статистикой относительно определенных транзитных водотоков (реки Дробня, Скема, Нарочь).

Таблица 4.2

Промысловый вылов рыбы по озерам в 2015 г.

Вид рыбы	оз. Баторино		оз. Мястро	
	ц	%	ц	%
Лещ	45,56	93,2	71,17	61,8
Судак	0,37	0,7	2,08	1,8
Щука	0,99	1,9	4,86	4,2
Окунь	0,51	1,0	3,73	3,2
Плотва	0,39	0,8	26,91	23,4
Густера	–	–	1,47	1,3
Линь	–	–	0,08	0,1
Карп (сазан)	–	–	0,14	0,1
Карась	0,79	1,6	3,92	3,4
Угорь	0,34	0,7	0,65	0,6
ВСЕГО	49,95	100	115,16	100
Рыбопродукция, кг/га	8,0		8,7	

Промысловый отлов скатывающегося угря осуществляли в апреле – мае на водотоках, соединяющих анализируемые озера, а также в истоке р. Нарочь (Нарочанка). Учетный вылов составил: р. Дробня – 0,17 ц, р. Скема – 0,62 ц, р. Нарочь – 2,53 ц.

Многолетняя динамика промыслового лова в Нарочанских озерах представлена на рис. 12.

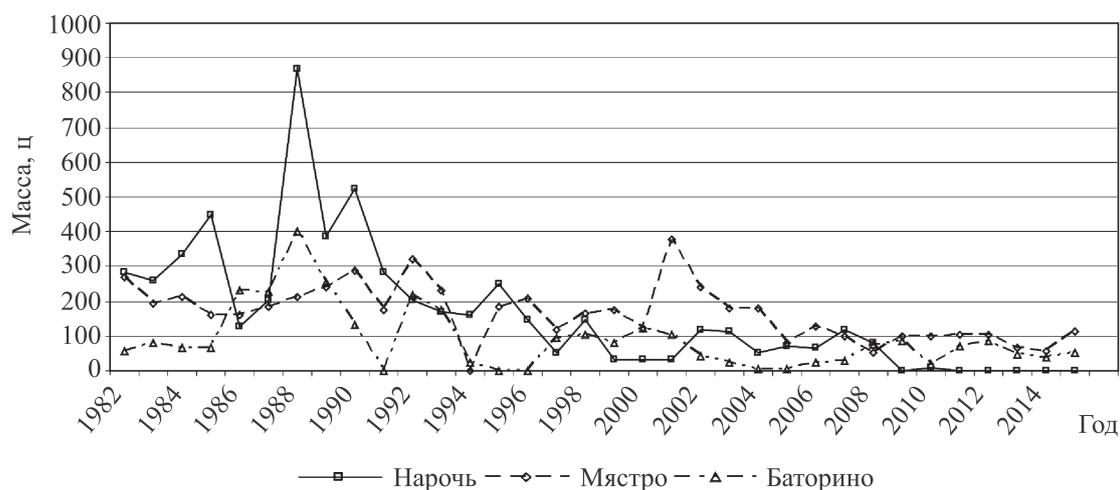


Рис. 12. Динамика промыслового вылова рыбы в Нарочанских озерах в разные периоды

Примечания:

1982–1989 гг. – период эвтрофикации (от принятия постановления СМ БССР № 325 от 09.09.1981 г. и до момента проникновения дрейссены в систему озер);

1990–1999 гг. – период нарастания факторов воздействия дрейссены и минимизации биогенного стока с водосбора;

с 2000 г. и до настоящего времени – проявление фактора деэвтрофикации в системе озер.

В рассматриваемый период максимальные уловы из озер Нарочь и Баторино отмечены в конце 1990-х – начале 2000-х гг., из оз. Мясстро – в начале 2000-х гг. После 2005 г. объемы вылова по каждому из облавливаемых озер стабилизировались на уровне до 100 ц в год.

Расчетные величины промыслового запаса рыб по водоемам, определенные по показателям интенсивности промысла и уловистости орудий лова, представлены в табл. 4.3. В сравнении с ситуацией на 1988–1989 гг. расчетный промысловый запас ихтиомассы по оз. Баторино сократился на 29,8 %, по оз. Мясстро остался примерно в тех же пределах, по оз. Нарочь сократился на 43,1 %. На основании величин промыслового запаса рассчитаны лимиты допустимого вылова (всеми видами рыболовства) по каждому из водоемов.

Таблица 4.3

Величина промыслового запаса и лимит годового вылова рыбы по озерам

Озеро, площадь, га	Промысловый запас		Лимит вылова	
	кг/га	ц	кг/га	ц
Баторино, 625	56,9	355	15,9	99
Мясстро, 1319	90,0	1180	25,2	330
Нарочь, 7962	47,1	3850	13,2	1050

Анализ реализации лимитов и устанавливаемых квот вылова (как промысловой, так и любительской) показывает, что только по оз. Баторино объемы вылова соответствуют рекомендуемым или близки к ним. Промысловая квота по оз. Баторино в 2015 г. выполнена на 99,9 %, квота платного любительского лова – на 72 %, в целом лимит вылова рыбы – на 86,1 % (рис. 13).

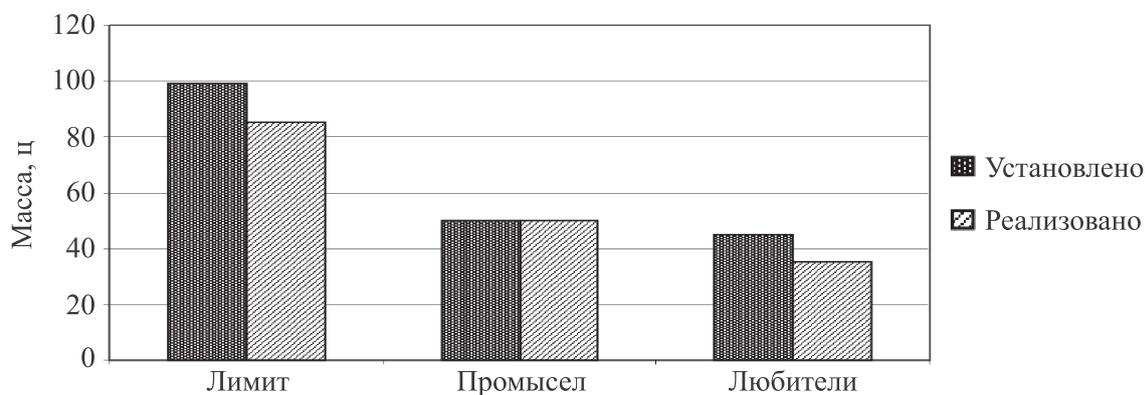


Рис. 13. Реализация лимита и квот вылова рыбы по оз. Баторино

Недовыполнение любительской квоты может быть компенсировано неучтенным любительским выловом (местным населением), не отмечаемым статистикой национального парка. Промысловая квота по оз. Мястро в 2015 г. выполнена всего на 76,8 %, квота платного любительского лова – на 34,9 %, в целом лимит вылова рыбы – на 53,9 % (рис. 14).

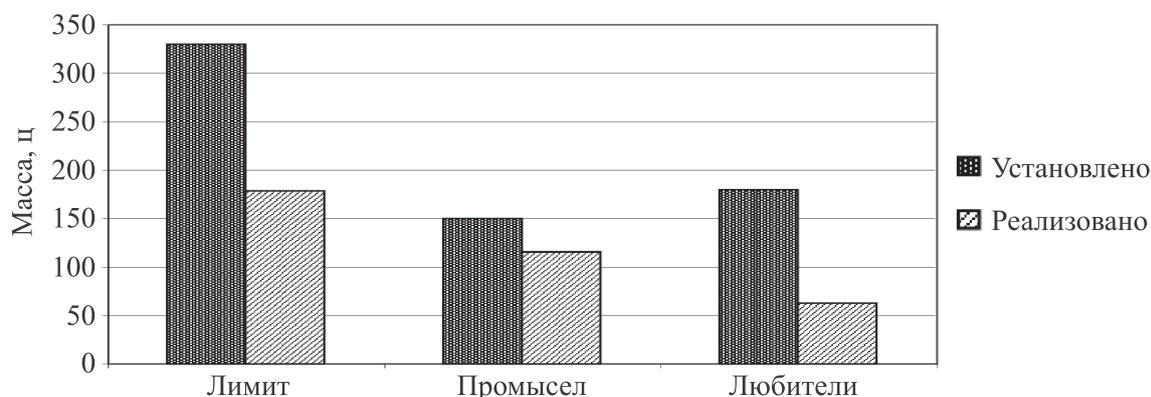


Рис. 14. Реализация лимита и квот вылова рыбы по оз. Мястро

Лимит вылова рыбы и квота любительского вылова по оз. Нарочь в 2015 г. выполнены на 47,7 % (рис. 15).

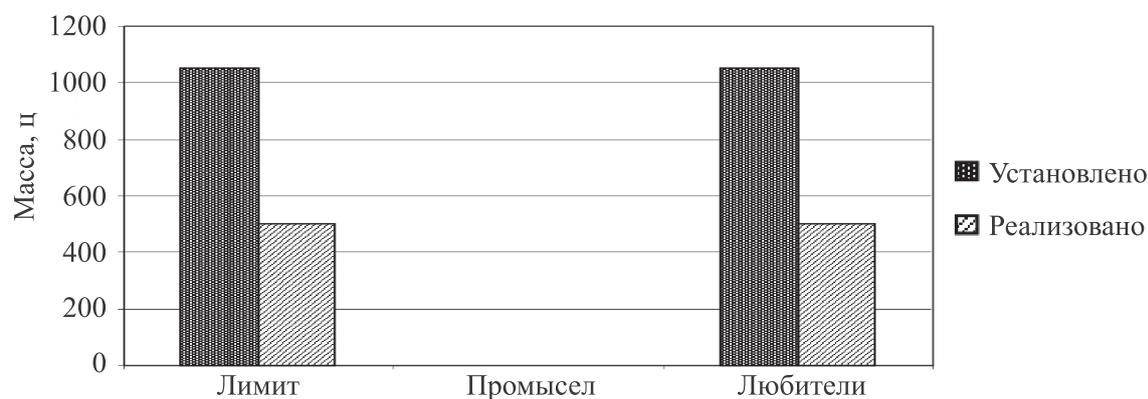


Рис.15. Реализация лимита и квот вылова рыбы по оз. Нарочь

Снижение общего объема вылова по оз. Мястро может объясняться недостаточной интенсивностью рыболовства (промыслового), а также искажением фактического вылова любительским ловом по той же причине, что и на оз. Баторино. Это в полной мере относится и к оз. Нарочь.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЕЙ УФ-ОБЛУЧЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ И ВОДНОЙ СРЕДЫ ОЗЕР НАРОЧАНСКОЙ ГРУППЫ

В последние годы наряду с экологическими проблемами, которые обусловлены глобальными изменениями климата, а также общим ухудшением экологической обстановки (антропогенным загрязнением атмосферы, водной среды и др.), обозначилась проблема вредного влияния на здоровье человека и состояние биосферы избыточных уровней приземного УФ-излучения.

В связи с этим в 2015 г., как и в 2014 г., проводился стандартный рабочий мониторинг облученности поверхности оз. Нарочь солнечным излучением в различных диапазонах, а также специальные исследования распространения солнечного излучения в водных средах озер Нарочанской группы с помощью разработанного в НИИЦ МО БГУ погружаемого прибора PionDEEP.

В то же время если в 2014 г. основное внимание уделялось вопросу прозрачности водных слоев и предельным глубинам проникновения электромагнитного излучения различного спектрального состава, то в 2015 г. проводился также анализ абсолютных освещенностей на различных глубинах солнечным УФ-излучением спектральных диапазонов 285–400 нм и УФ-Б (285–315 нм).

5.1. Мониторинг уровней облученности поверхности оз. Нарочь

Стандартный рабочий мониторинг включал измерение биологически активной солнечной радиации (УФ-индекс), фотосинтетически активной радиации (ФАР), а также общей облученности приземным солнечным излучением.

5.1.1. Мониторинг биологически активной УФ-радиации (УФ-индекс)

Измерение биологически активной приземной солнечной УФ-радиации в 2015 г., как и в предыдущие годы, проводился с помощью двухканального фильтрового фотометра ПИОН-Ф. Автоматизированный двухканальный фильтровый УФ-фотометр создан в НИИЦ МО БГУ для аппаратного обеспечения сетевого мониторинга уровней солнечного ультрафиолетового излучения. Внешний вид и основные спектральные характеристики двухканального сетевого фотометра ПИОН-Ф, экземпляр которого установлен на биостанции БГУ на оз. Нарочь, показаны на рис. 16.

Всепогодный сетевой фотометр ПИОН-Ф предназначен для автоматического измерения энергетической освещенности, создаваемой суммарной (прямая, dir, плюс диффузно рассеянная вниз, difdn) солнечной УФ-радиацией, в двух спектральных интервалах с максимумами на длинах волн $\lambda_1 = 293$ нм и $\lambda_2 = 325$ нм. Длительность одного измерения ~ 5 с. Частота измерений – 2 раза в минуту.

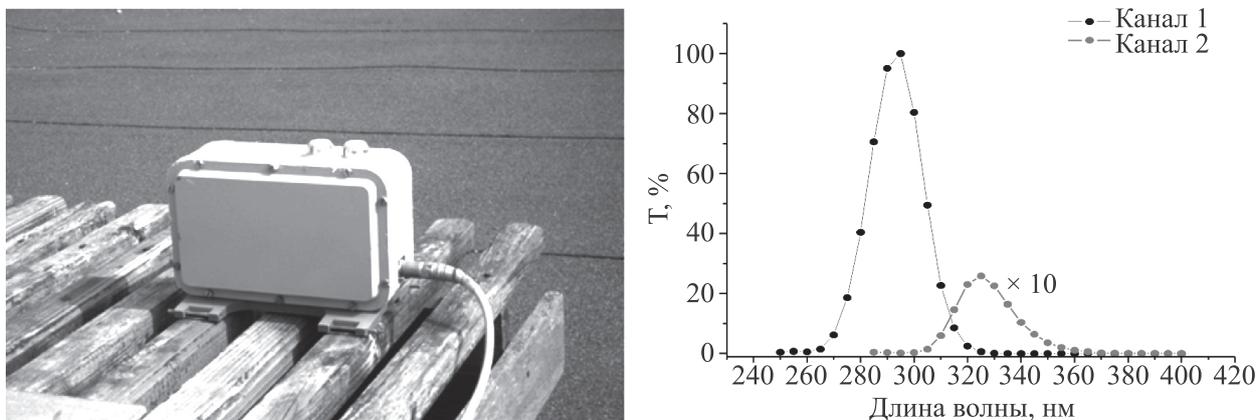


Рис. 16. Сетевой двухканальный широкополосный фильтровый УФ-фотометр ПИОН-Ф (слева). Относительные спектральные чувствительности (пропускания) приемных трактов ПИОН-Ф (справа)

В районе оз. Нарочь ПИОН-Ф использовался в двух модификациях: как прибор, измеряющий уровни и дозы биоэффекта «эритема» (УФ-индекс), а также как прибор, измеряющий уровни ФАР – фотосинтетически активной радиации – и уровни общей освещенности приземным солнечным излучением (пиранометр).

Основные результаты мониторинга уровней приземной УФ-радиации, проводившегося в 2015 г. в Нарочанском регионе, представлены на рис. 17 и в табл. 5.1. На рис. 17 показаны значения УФ-индекса, зарегистрированные в 2015 г. на биостанции БГУ оз. Нарочь.

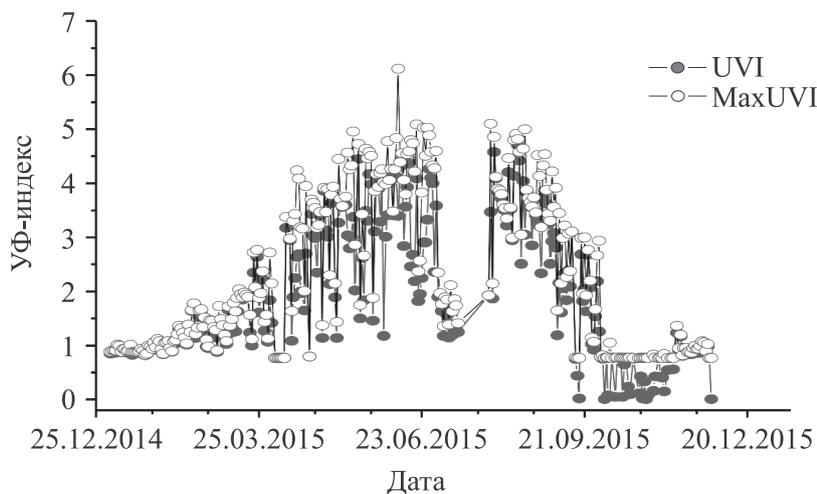


Рис. 17. Сезонные вариации УФ-индекса в 2015 г., биостанция БГУ оз. Нарочь

Таблица 5.1

Значения УФ-индекса (оз. Нарочь, 2015 г.)

Дата	Период времени	УФИ	Макс. УФИ
	UTC	Отн. ед.	Отн. ед.
02.01.2015	9:46:58–10:46:25	0,85	0,89
03.01.2015	9:47:22–10:46:48	0,87	0,91
04.01.2015	9:47:43–10:47:09	0,88	0,91
05.01.2015	9:47:57–10:47:23	0,87	0,91

Продолжение табл. 5.1

Дата	Период времени	УФИ	Макс. УФИ
	UTC	Отн. ед.	Отн. ед.
06.01.2015	9:48:49–10:47:35	1,01	1,02
07.01.2015	9:48:59–10:48:26	0,99	1
08.01.2015	9:49:40–10:48:27	0,88	0,89
09.01.2015	9:49:42–10:49:08	0,9	0,94
10.01.2015	9:50:20–10:49:46	0,92	0,94
11.01.2015	9:50:53–10:49:39	0,87	0,9
12.01.2015	9:50:40–10:50:06	0,89	0,91
13.01.2015	9:51:08–10:50:34	1	1,02
14.01.2015	9:51:30–10:50:57	0,83	0,88
15.01.2015	9:52:27–10:51:13	0,85	0,88
16.01.2015	9:52:55–10:52:21	0,86	0,88
17.01.2015	9:52:55–10:52:21	0,86	0,88
18.01.2015	9:53:09–10:52:35	0,87	0,9
19.01.2015	9:53:17–10:52:44	0,93	0,94
20.01.2015	9:54:00–10:52:48	0,89	0,91
21.01.2015	9:54:02–10:53:29	0,82	0,83
22.01.2015	9:54:37–10:53:25	0,84	0,85
23.01.2015	9:54:32–10:53:58	0,96	1
24.01.2015	9:55:05–10:54:32	0,96	0,98
25.01.2015	9:54:55–10:54:21	0,92	0,94
26.01.2015	9:55:23–10:54:51	1	1,06
27.01.2015	9:55:49–10:55:16	0,92	0,97
28.01.2015	9:55:32–10:54:59	1,02	1,12
29.01.2015	9:55:53–10:55:20	1,03	1,08
30.01.2015	9:56:11–10:55:37	0,91	0,93
31.01.2015	9:56:27–10:55:53	0,84	0,85
01.02.2015	9:56:43–10:56:10	0,95	1,05
02.02.2015	9:56:55–10:56:21	1,06	1,06
03.02.2015	9:57:05–10:56:31	1,06	1,09
04.02.2015	9:57:13–10:56:40	0,94	0,96
05.02.2015	9:57:20–10:56:49	0,89	0,9
06.02.2015	9:57:27–10:56:54	1,03	1,08
07.02.2015	9:57:33–10:56:59	1,04	1,1
08.02.2015	9:57:33–10:57:00	1,11	1,21
09.02.2015	9:57:33–10:57:00	1,31	1,37
10.02.2015	9:57:31–10:56:58	1,25	1,32
11.02.2015	9:57:24–10:56:52	1,19	1,24
12.02.2015	9:58:00–10:56:48	1,11	1,15
13.02.2015	9:57:52–10:57:19	1,02	1,04
14.02.2015	9:57:46–10:57:12	1,32	1,39
15.02.2015	9:57:33–10:57:00	1,16	1,25

Продолжение табл. 5.1

Дата	Период времени	УФИ	Макс. УФИ
	UTC	Отн. ед.	Отн. ед.
16.02.2015	9:58:02–10:56:49	1,64	1,66
17.02.2015	9:57:49–10:57:15	1,77	1,78
18.02.2015	9:57:34–10:57:01	1,14	1,21
19.02.2015	9:57:21–10:56:49	1,22	1,33
20.02.2015	9:57:45–10:57:11	1,53	1,65
21.02.2015	9:57:23–10:56:50	1,58	1,67
22.02.2015	9:57:08–10:56:34	1,29	1,34
23.02.2015	9:57:29–10:56:56	1,32	1,52
24.02.2015	9:57:08–10:56:34	0,98	1,11
25.02.2015	9:56:47–10:56:14	0,95	0,98
26.02.2015	9:57:07–10:56:34	1,32	1,47
27.02.2015	9:56:44–10:56:12	1,41	1,46
28.02.2015	9:56:21–10:55:48	1,22	1,34
01.03.2015	9:56:32–10:55:59	1,15	1,29
02.03.2015	9:56:11–10:55:38	0,88	0,91
03.03.2015	9:55:48–10:55:14	1,34	1,73
04.03.2015	9:56:03–10:55:30	1,41	1,49
05.03.2015	9:55:40–10:55:06	1,27	1,38
06.03.2015	9:55:48–10:54:35	1,15	1,2
07.03.2015	9:55:22–10:54:50	1,03	1,08
08.03.2015	9:54:52–10:54:19	1,66	1,72
09.03.2015	9:55:04–10:53:50	1,23	1,37
10.03.2015	9:54:20–10:53:39	1,32	1,49
11.03.2015	9:54:04–10:53:30	1,65	1,79
12.03.2015	9:54:14–10:53:40	1,26	1,63
13.03.2015	9:53:42–10:53:10	1,63	1,88
14.03.2015	9:53:51–10:52:38	1,87	2,04
15.03.2015	9:53:16–10:52:42	1,93	1,95
16.03.2015	9:52:47–10:52:14	1,85	1,89
17.03.2015	9:52:52–10:52:18	1,95	1,98
18.03.2015	9:52:23–10:51:51	1,91	1,94
19.03.2015	9:51:51–10:51:18	1,89	1,9
20.03.2015	9:51:58–10:51:25	1,24	1,57
21.03.2015	9:51:26–10:50:53	1	1,12
22.03.2015	9:50:53–10:50:20	2,35	2,72
23.03.2015	9:50:58–10:50:27	1,94	2,08
24.03.2015	9:50:29–10:49:56	2,64	2,77
25.03.2015	9:50:38–10:49:23	1,61	1,88
26.03.2015	9:50:02–10:49:29	1,91	1,97
27.03.2015	9:49:34–10:49:00	2,22	2,37
28.03.2015	9:49:02–10:48:32	1,27	1,44

Продолжение табл. 5.1

Дата	Период времени	УФИ	Макс. УФИ
	UTC	Отн. ед.	Отн. ед.
29.03.2015	9:49:09–10:48:36	1,46	1,57
30.03.2015	9:48:38–10:48:05	1,07	1,13
31.03.2015	9:48:46–10:47:33	1,84	2,72
01.04.2015	9:48:14–10:47:41	1,42	2,15
03.04.2015	9:47:50–10:46:37	0,77	0,77
04.04.2015	9:47:16–10:46:43	0,77	0,77
05.04.2015	9:46:49–10:46:15	0,77	0,77
06.04.2015	9:46:20–10:45:50	0,77	0,77
07.04.2015	9:46:26–10:45:55	0,77	0,77
08.04.2015	9:45:54–10:45:21	0,77	0,77
09.04.2015	9:45:28–10:44:55	3,18	3,38
11.04.2015	9:45:12–10:44:38	2,95	2,98
12.04.2015	9:44:40–10:44:07	1,09	1,64
13.04.2015	9:44:52–10:43:39	1,89	3,3
14.04.2015	9:44:32–10:43:58	2,25	3,43
15.04.2015	9:44:22–10:43:09	2,64	4,24
16.04.2015	9:43:36–10:43:07	2,69	4,09
17.04.2015	9:43:51–10:42:38	2	3,19
18.04.2015	9:43:32–10:42:59	1,97	3,17
19.04.2015	9:43:06–10:42:34	1,65	2,01
20.04.2015	9:42:46–10:42:12	2,7	3,95
22.04.2015	9:42:09–10:41:35	0,8	0,8
23.04.2015	9:42:33–10:41:20	3,43	3,7
24.04.2015	9:42:12–10:41:39	3,04	3,64
25.04.2015	9:41:54–10:41:21	2,99	3,54
26.04.2015	9:41:39–10:41:12	2,35	3,18
27.04.2015	9:41:24–10:40:51	3,16	3,23
28.04.2015	9:41:09–10:40:36	3,41	3,47
29.04.2015	9:40:56–10:40:25	1,14	1,38
30.04.2015	9:41:20–10:40:06	3,86	3,92
01.05.2015	9:40:37–10:40:03	3,13	3,47
02.05.2015	9:41:05–10:39:54	3,01	3,9
03.05.2015	9:40:57–10:39:47	2,14	2,3
04.05.2015	9:40:52–10:39:37	3,63	3,79
05.05.2015	9:40:46–10:39:33	3,77	3,94
06.05.2015	9:40:04–10:39:30	1,89	2,15
07.05.2015	9:40:38–10:39:25	1,14	1,44
08.05.2015	9:39:57–10:39:23	3,27	4,45
09.05.2015	9:39:59–10:39:25	3,65	3,71
10.05.2015	9:40:02–10:39:29	3,56	3,58
12.05.2015	9:40:15–10:39:44	3,6	3,75

Продолжение табл. 5.1

Дата	Период времени	УФИ	Макс. УФИ
	UTC	Отн. ед.	Отн. ед.
13.05.2015	9:39:51–10:39:18	3,04	4,57
14.05.2015	9:40:01–10:39:27	2,8	4,26
15.05.2015	9:40:14–10:39:04	3	4,33
16.05.2015	9:39:46–10:39:14	3,38	4,96
17.05.2015	9:40:11–10:39:38	2,02	2,86
19.05.2015	9:40:12–10:39:39	4,45	4,73
20.05.2015	9:39:57–10:39:25	1,5	1,75
21.05.2015	9:40:17–10:39:44	2,62	3,43
22.05.2015	9:40:11–10:39:38	1,84	2,66
23.05.2015	9:40:04–10:39:31	3,49	4,64
24.05.2015	9:40:40–10:40:06	3,31	4,46
24.05.2015	9:40:40–10:40:06	3,31	4,46
25.05.2015	9:40:43–10:40:10	4,17	4,58
26.05.2015	9:40:37–10:40:04	3,98	4,51
27.05.2015	9:40:43–10:40:11	1,46	1,88
28.05.2015	9:40:51–10:40:17	3,11	3,86
29.05.2015	9:40:56–10:40:23	4,11	4,17
30.05.2015	9:41:11–10:40:38	3,9	3,94
31.05.2015	9:41:27–10:40:14	3,29	4,19
01.06.2015	9:41:05–10:40:32	4,22	4,26
02.06.2015	9:41:42–10:41:08	1,18	4,02
03.06.2015	9:41:51–10:41:17	3,01	3,98
04.06.2015	9:41:39–10:41:05	3,41	4,78
05.06.2015	9:42:05–10:41:32	4,02	4,06
06.06.2015	9:41:59–10:41:26	4,2	4,27
07.06.2015	9:42:01–10:41:27	3,41	3,48
08.06.2015	9:42:43–10:42:09	4,1	4,26
09.06.2015	9:42:48–10:42:15	4,11	4,84
10.06.2015	9:59:58–10:42:41	3,4	6,12
11.06.2015	9:43:10–10:42:36	4,31	4,39
12.06.2015	9:43:20–10:42:46	4,44	4,56
13.06.2015	9:43:40–10:43:07	2,84	4,06
14.06.2015	9:43:28–10:42:53	3,57	3,8
15.06.2015	9:43:57–10:43:23	3,93	4,54
16.06.2015	9:44:25–10:43:11	4,37	4,59
16.06.2015	9:44:25–10:43:11	4,37	4,59
17.06.2015	9:44:16–10:43:44	2,46	4,8
18.06.2015	9:44:19–10:43:46	2,68	4,74
19.06.2015	9:44:59–10:43:45	2,19	4,22
20.06.2015	9:45:07–10:44:33	4,09	5,09
21.06.2015	9:45:13–10:44:41	1,82	2,37

Продолжение табл. 5.1

Дата	Период времени	УФИ	Макс. УФИ
	UTC	Отн. ед.	Отн. ед.
22.06.2015	9:45:26–10:44:53	1,95	2,57
23.06.2015	9:45:45–10:45:12	2,25	3,83
24.06.2015	9:46:02–10:44:49	2,91	5,03
25.06.2015	9:45:44–10:45:10	2,91	4,51
26.06.2015	9:46:14–10:45:41	3,33	5,03
27.06.2015	9:46:43–10:45:29	4,27	4,89
28.06.2015	9:46:32–10:45:59	4,1	4,58
29.06.2015	9:46:34–10:46:00	4	4,33
30.06.2015	9:47:02–10:46:32	2,36	4,28
01.07.2015	9:47:14–10:46:42	3,59	4,6
02.07.2015	9:47:22–10:46:47	1,9	2,35
03.07.2015	9:47:35–10:47:01	1,9	1,97
04.07.2015	9:47:50–10:47:17	1,64	1,77
05.07.2015	9:48:05–10:47:31	1,18	1,36
06.07.2015	9:47:46–10:47:13	1,71	1,89
07.07.2015	9:48:07–10:47:35	1,56	1,85
08.07.2015	9:48:33–10:48:01	1,15	1,39
09.07.2015	9:48:20–10:47:47	1,84	2,12
10.07.2015	9:48:53–10:48:20	1,2	1,63
11.07.2015	9:48:37–10:48:04	1,39	1,86
12.07.2015	9:49:16–10:48:03	1,31	1,74
13.07.2015	9:49:15–10:48:42	1,25	1,41
30.07.2015	10:49:11–0:00:00	1,93	1,93
30.07.2015	10:49:11–0:00:00	1,93	1,93
30.07.2015	10:49:11–0:00:00	1,93	1,93
31.07.2015	9:49:52–10:49:19	3,47	5,1
01.08.2015	9:49:39–10:49:06	1,87	2,15
02.08.2015	9:50:07–10:48:53	4,58	4,86
03.08.2015	9:49:55–10:49:22	4,09	4,12
04.08.2015	9:49:39–10:49:05	3,86	3,9
05.08.2015	9:49:28–10:48:55	3,84	3,87
06.08.2015	9:49:17–10:48:43	3,72	3,8
07.08.2015	9:49:09–10:48:36	3,52	3,61
08.08.2015	9:49:30–10:48:57	3,5	3,54
09.08.2015	9:49:23–10:48:50	3,22	3,35
10.08.2015	9:49:11–10:47:58	4,21	4,47
10.08.2015	9:49:11–10:47:58	4,21	4,47
11.08.2015	9:49:09–10:47:56	3,52	3,55
12.08.2015	9:48:52–10:48:17	2,95	2,99
13.08.2015	9:48:48–10:47:35	4,14	4,8
14.08.2015	9:48:38–10:47:25	4,88	4,91

Продолжение табл. 5.1

Дата	Период времени	УФИ	Макс. УФИ
	UTC	Отн. ед.	Отн. ед.
15.08.2015	9:48:29–10:47:15	4,71	4,82
16.08.2015	9:48:17–10:47:03	4,42	4,58
17.08.2015	9:47:28–10:46:55	2,51	3,05
18.08.2015	9:47:20–10:46:47	4,04	4,64
19.08.2015	9:47:11–10:46:37	3,05	5
20.08.2015	9:47:02–10:46:29	3,83	3,88
21.08.2015	9:46:56–10:46:22	3,57	3,73
22.08.2015	9:46:43–10:46:09	3,57	3,65
23.08.2015	9:46:35–10:45:22	2,85	3,57
24.08.2015	9:45:54–10:45:22	3,69	3,74
25.08.2015	9:45:42–10:45:08	3,41	3,46
26.08.2015	9:45:23–10:44:50	3,28	4,52
27.08.2015	9:45:26–10:44:52	3,21	4,14
28.08.2015	9:45:11–10:43:58	2,34	3,19
29.08.2015	9:44:23–10:43:49	3,75	4,33
30.08.2015	9:44:21–10:43:47	3,87	4,54
31.08.2015	9:44:11–10:42:57	3,62	3,88
01.09.2015	9:43:18–10:42:44	3,25	3,44
02.09.2015	9:42:53–10:42:36	2,51	3,31
03.09.2015	9:43:01–10:42:29	2,93	4,22
04.09.2015	9:42:16–10:41:45	3,08	3,56
05.09.2015	9:42:08–10:41:35	2,81	3,92
06.09.2015	9:42:00–10:41:27	1,19	1,65
07.09.2015	9:41:51–10:40:38	2,16	3,45
08.09.2015	9:40:58–10:40:24	1,61	2,15
09.09.2015	9:40:53–10:40:20	2,06	2,99
10.09.2015	9:40:40–10:40:07	2,34	3,22
11.09.2015	9:39:56–10:39:23	1,84	2,27
12.09.2015	9:39:46–10:39:13	2,39	3,07
13.09.2015	9:39:39–10:38:30	2,09	2,38
14.09.2015	9:38:52–10:38:21	3,1	3,11
16.09.2015	9:38:31–10:37:17	0,75	0,78
17.09.2015	9:37:43–10:37:11	0,44	0,77
18.09.2015	9:37:34–10:37:04	0,02	0,77
18.09.2015	9:37:34–10:37:04	0,02	0,77
19.09.2015	9:36:47–10:36:14	2,69	2,99
20.09.2015	9:36:37–10:36:03	1,82	1,96
21.09.2015	9:36:32–10:35:59	2,05	3
22.09.2015	9:36:15–10:35:02	1,63	1,93
23.09.2015	9:35:31–10:34:58	2,68	2,77
24.09.2015	9:35:20–10:34:47	2,07	2,2

Продолжение табл. 5.1

Дата	Период времени	УФИ	Макс. УФИ
	UTC	Отн. ед.	Отн. ед.
25.09.2015	9:34:33–10:34:00	1,03	1,15
26.09.2015	9:34:25–10:33:52	0,92	1,07
27.09.2015	9:34:17–10:33:44	1,54	1,67
28.09.2015	9:34:09–10:32:56	2,19	2,67
29.09.2015	9:33:22–10:32:48	1,26	2,94
30.09.2015	9:33:18–10:32:44	0,79	0,8
01.10.2015	9:32:32–10:31:58	0,76	0,82
02.10.2015	9:32:19–10:31:45	0,01	0,77
03.10.2015	9:32:17–10:31:43	0,77	0,78
04.10.2015	9:31:33–10:30:59	0,08	0,78
05.10.2015	9:31:28–10:30:54	0,06	1,05
06.10.2015	9:30:54–10:30:21	0,77	0,77
08.10.2015	9:30:28–10:29:55	0,05	0,78
09.10.2015	9:30:22–10:29:48	0,78	0,78
11.10.2015	9:29:38–10:29:04	0,77	0,77
12.10.2015	9:29:35–10:29:02	0,05	0,77
13.10.2015	9:29:32–10:28:58	0,65	0,77
14.10.2015	9:29:26–10:28:13	0,77	0,77
15.10.2015	9:28:44–10:28:10	0,24	0,77
16.10.2015	9:28:45–10:28:11	0,1	0,78
18.10.2015	9:28:03–10:27:30	0,76	0,77
21.10.2015	9:27:59–10:27:26	0,12	0,77
22.10.2015	9:27:55–10:27:22	0,43	0,77
23.10.2015	9:27:19–10:26:45	0,02	0,77
24.10.2015	9:27:18–10:26:43	0,34	0,77
25.10.2015	9:27:15–10:26:41	0,01	0,77
26.10.2015	9:27:19–10:26:45	0,08	0,77
29.10.2015	9:27:21–10:26:08	0,16	0,83
30.10.2015	9:27:22–10:26:08	0,43	0,78
01.11.2015	9:26:45–10:26:11	0,77	0,77
02.11.2015	9:27:24–10:26:10	0,42	0,78
03.11.2015	9:26:50–10:26:16	0,41	0,77
04.11.2015	9:26:47–10:26:13	0,15	0,84
06.11.2015	9:26:58–10:26:24	0,55	0,77
08.11.2015	9:27:38–10:26:25	0,77	0,77
09.11.2015	9:27:40–10:27:06	0,56	0,77
11.11.2015	9:27:42–10:27:08	1,24	1,37
12.11.2015	9:27:42–10:27:07	0,92	0,95
13.11.2015	9:27:41–10:27:07	1,17	1,2
14.11.2015	9:28:23–10:27:49	0,81	0,82
15.11.2015	9:28:20–10:27:47	0,88	0,96

Окончание табл. 5.1

Дата	Период времени	УФИ	Макс. УФИ
	UTC	Отн. ед.	Отн. ед.
16.11.2015	9:28:18–10:27:44	0,92	0,96
17.11.2015	9:28:53–10:28:20	0,86	0,88
18.11.2015	9:28:49–10:28:16	0,84	0,89
19.11.2015	9:29:26–10:28:52	0,84	0,87
20.11.2015	9:29:18–10:28:44	0,87	0,95
21.11.2015	9:29:50–10:29:16	0,96	1
22.11.2015	9:29:42–10:29:09	0,92	0,93
23.11.2015	9:30:13–10:29:39	0,86	0,94
24.11.2015	9:30:44–10:30:10	0,94	0,99
25.11.2015	9:31:08–10:29:55	1,06	1,08
26.11.2015	9:30:53–10:30:19	1,05	1,06
27.11.2015	9:31:16–10:30:43	0,88	0,9
28.11.2015	9:31:39–10:31:06	0,98	1,03
29.11.2015	9:32:03–10:31:30	0,77	0,77
30.11.2015	9:32:20–10:31:46	0,01	0,77

5.1.2. Мониторинг фотосинтетически активной радиации (ФАР)

Измерение уровней и доз фотосинтетически активной радиации (ФАР) осуществлялось с помощью фотометра PionPAR, разработанного в НИИЦ МО БГУ. Фотометр оснащен специальным каналом для измерения ФАР, реализованным на базе фотодиода ФД 306 М. Внешний вид и кривая спектральной чувствительности детектора ФАР представлены на рис. 18.

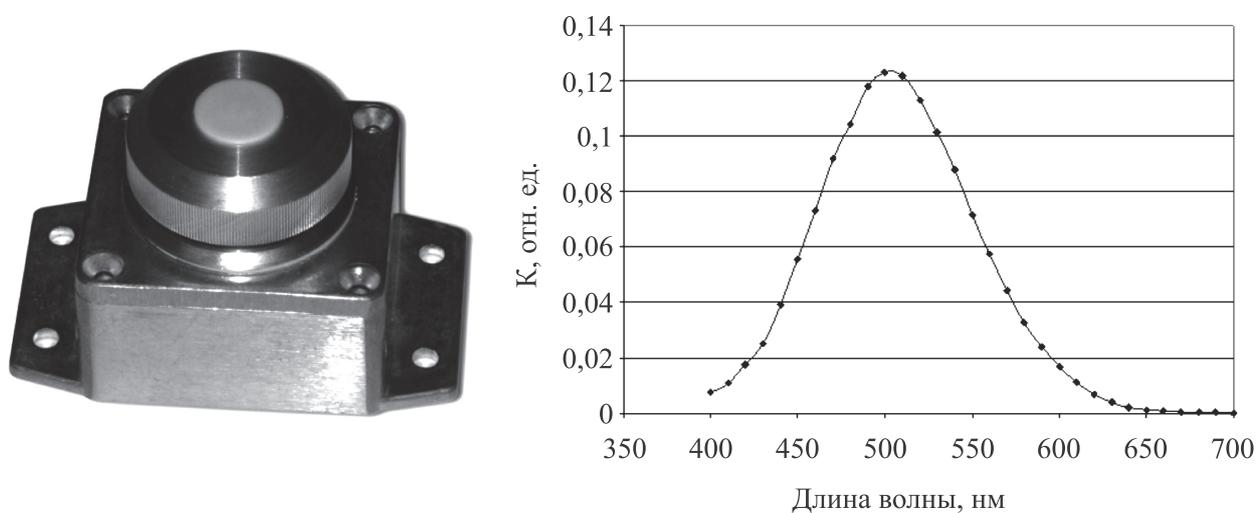


Рис. 18. Внешний вид и кривая спектральной чувствительности датчика ФАР на базе фотодиода ФД306М (в сборе при полной комплектации)

Основные результаты измерений дневной облученности и мониторинга фотосинтетически активной радиации (ФАР) на биостанции БГУ оз. Нарочь за 2015 г. представлены на рис. 19.

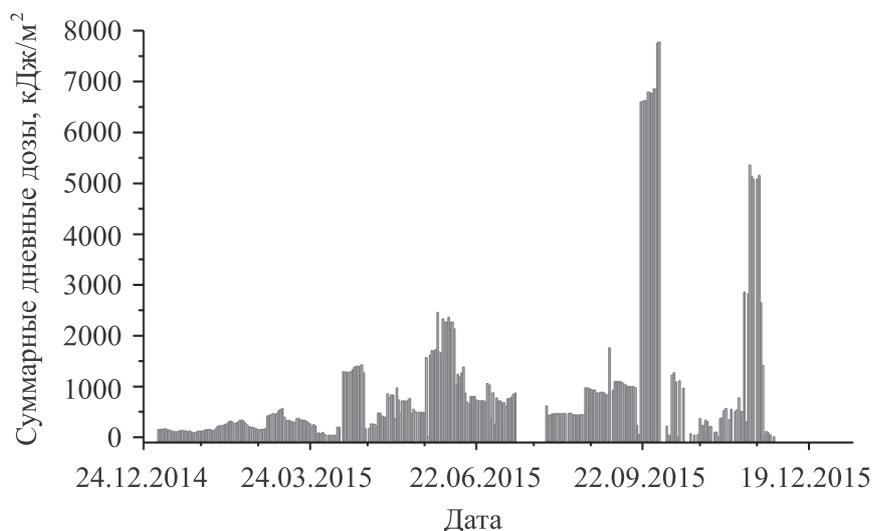


Рис. 19. Вариации суммарных дневных доз облученности ФАР, зарегистрированные в Нарочанском регионе

5.1.3. Мониторинг общей облученности поверхности (пиранометр)

Измерения общей облученности поверхности в 2015 г. осуществлялись с помощью стандартного пиранометра, так же как и детектора ФАР, включенного в качестве отдельного канала в фотометр PionPAR. Внешний вид пиранометра в специально разработанном «всепогодном» корпусе показан на рис. 20. Пиранометр регистрирует весь падающий спектр солнечного излучения.



Рис. 20. Внешний вид пиранометра, используемого в качестве дополнительного канала фотометра PionPAR

Основные результаты измерений суммарной дневной облученности за 2015 г. и мониторинга общей облученности подстилающей поверхности на биостанции БГУ оз. Нарочь за 2015 г. представлены на рис. 21.

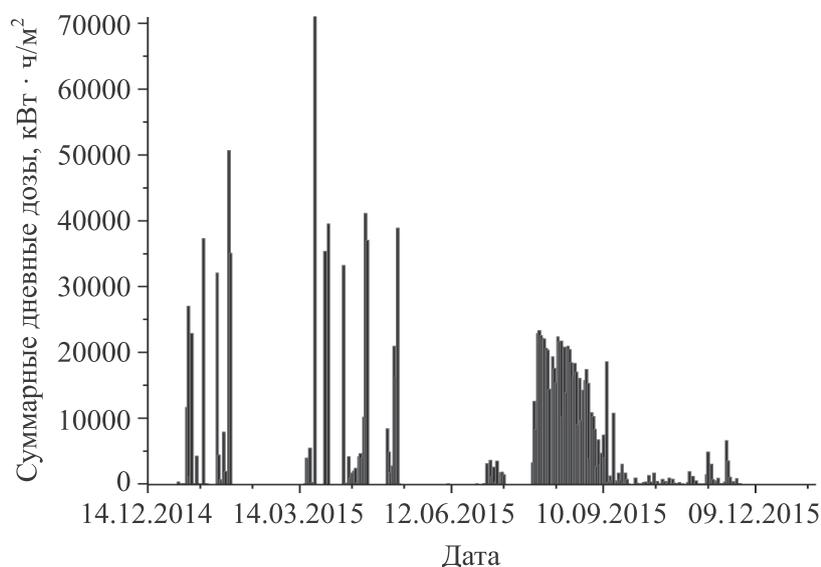


Рис. 21. Вариации суммарных дневных доз облученности ФАР, зарегистрированные в Нарочанском регионе в 2015 г.

5.2. Исследование распространения солнечного излучения в водных системах озер Нарочанской группы

Исследования проводились с помощью погружного фотометра PionDEEP, сконструированного в НИИЦ МО БГУ. Прибор разработан в НИИЦ МО БГУ и состоит из двух переносных частей: погружной и надводной (рис. 22), параллельная работа которых позволяет измерять как мощность солнечного излучения на различных глубинах водоема, так и прозрачность водного слоя (от поверхности до уровня погружения) в спектральном диапазоне 285–400 нм. Дополнительное использование фильтровых насадок позволяет ограничить диапазон биологически активным УФ-Б излучением (285–315 нм).



Рис. 22. Измерения интенсивности УФ-радиации на поверхности воды (надводный модуль слева) и на разных глубинах (погружной модуль справа) на оз. Нарочь

Для дополнительных исследований спектров приземного излучения в диапазоне λ 285 ÷ 450 нм, необходимых для калибровки погружаемого фотометра PionDEEP, использовались измерения универсального УФ-спектрорадиометра ПИОН-УФ [19] в его полярной (антарктической) модификации ПИОН-УФ-П.

На рис. 22 показан рабочий момент измерения интенсивности УФ-радиации на разных глубинах в точках проведения гидробиологических наблюдений.

Спектральные характеристики прибора

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

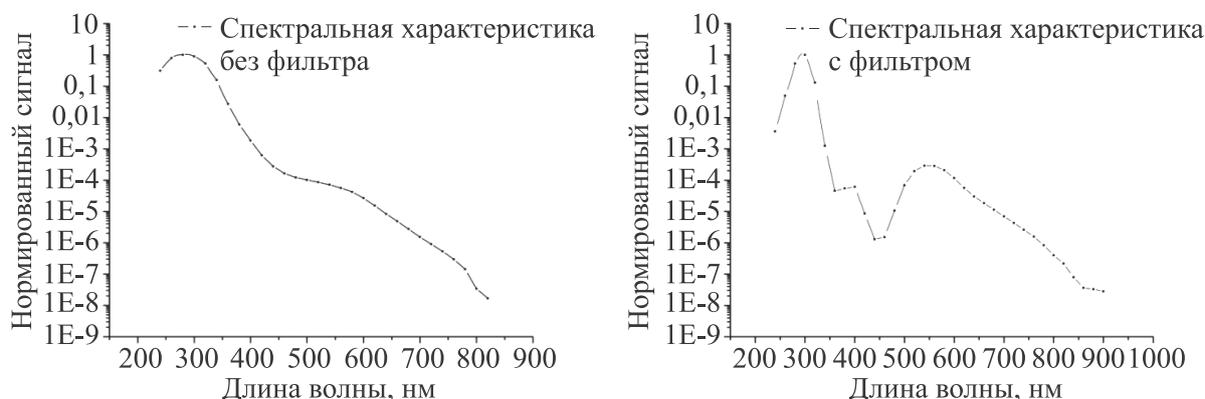


Рис. 23. Спектральная характеристика подводной части прибора без фильтра (слева) и с фильтром (справа)

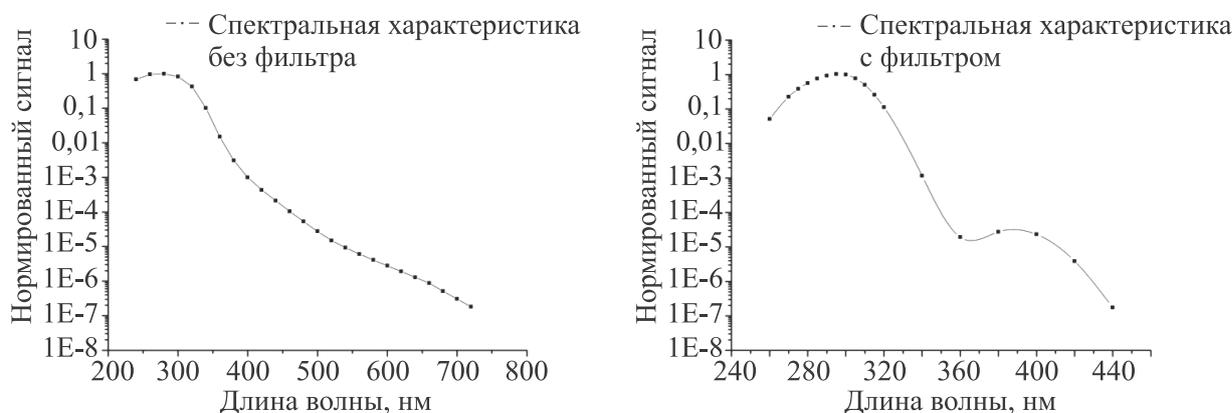


Рис. 24. Спектральная характеристика надводной части прибора без фильтра (слева) и с фильтром (справа)

Измерение прозрачности водных сред

Как уже отмечалось, в 2014 г. проводилась серия измерений прозрачности водных слоев в природных водоемах Нарочанской группы. Измерения данного типа требуют тщательной регистрации относительных интенсивностей надводного и подводного потоков солнечного излучения. Кроме оз. Нарочь «погружные» измерения проводились также в различных пунктах акватории озер Мястро, Малые Швакшты, Большие Швакшты, Белое и Баторино. Дальности от берега варьировались в пределах 200 ÷ 2200 м. Измерения проводились при различных состояниях облачности и волнения водной поверхности. Для проведения из-

мерений и обработки результатов использовалось специально разработанное в НИИЦ МО БГУ программное обеспечение.

В качестве примера на рис. 25 представлены результаты исследования относительных интенсивностей излучения, зарегистрированного на различных глубинах, а также оптические толщины (отрицательные десятичные логарифмы пропускания) слоев.

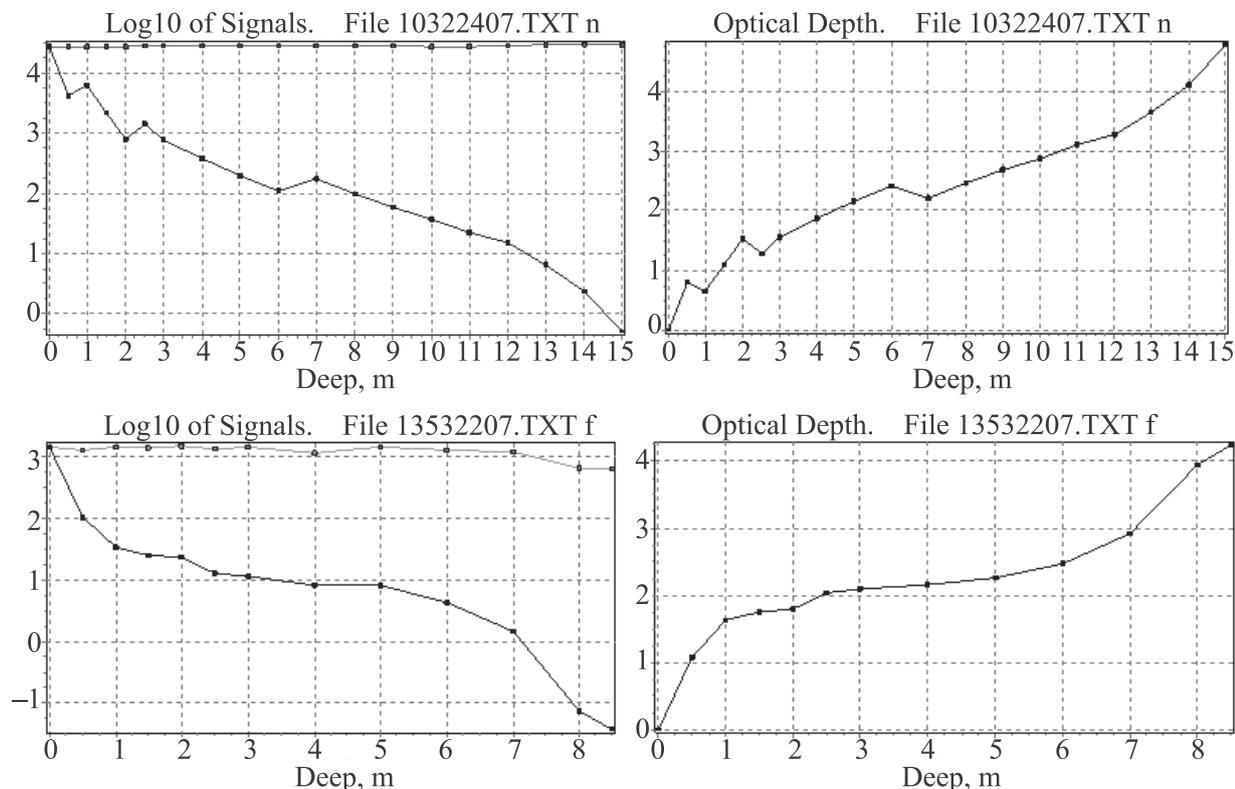


Рис. 25. Относительные интенсивности излучения (левый столбец) на поверхности (верхняя линия) и в водной среде (нижняя линия). Оптическая толщина водной среды (правый столбец). Эксперимент без фильтра (верхний ряд). Эксперимент с фильтром выделения УФ-Б диапазона 285–315 нм (нижний ряд)

На данном этапе основное внимание уделялось изучению прозрачности природных водных сред для излучения видимого и УФ спектральных диапазонов. Для этого погружной прибор использовался в двух вариантах: с применением фильтровой насадки (индекс f на рис. 25), выделяющей ультрафиолетовую часть спектра, и без предварительной фильтрации падающего излучения (индекс n на рис. 25).

Прозрачность среды – одна из важных характеристик водоема. Она достаточно устойчива (с учетом сезонных зависимостей) для данного конкретного источника, является одной из характеристик растворенного вещества и косвенно связана с протекающими в водоеме экологическими и биологическими процессами. Прозрачность позволяет оценить интенсивность излучения в различных слоях водной среды при регистрации спектральной плотности освещенности (СПЭО) на поверхности источника.

Усредненные характеристики прозрачности могут быть эффективно использованы, в частности, в разрабатываемой в НИИЦ МО БГУ методике ретроспективной оценки УФ-климата на территории Нарочанского региона.

Важно отметить результаты, полученные 2014 г., свидетельствовавшие о наличии вполне «регистрируемых» интенсивностей УФ-излучения на достаточно больших глубинах, что

стимулировало дальнейшие исследования. Эксперименты с погружными системами, представляющие научный и практический интерес, были продолжены в 2015 г.

Методика калибровки по эталонному спектрорадиометру

В 2015 г. были проведены дополнительные исследования по разработке методики калибровки приемных каналов прибора PionDeer по абсолютной освещенности. Предложен и опробован вариант калибровки по параллельным (одновременным) измерениям с эталонным прибором – спектрорадиометром ПИОН-УФ.

Основное достоинство данного метода – возможность проведения калибровки в натуральных (полевых) условиях, непосредственно в месте осуществления гидрологических измерений и при реальных уровнях интенсивности засветки каналов. Это особенно важно при учете ряда обстоятельств. При эксплуатации прибора его каналы подвергаются различному влиянию окружающей среды. Надводная часть испытывает гораздо более мощные засветки по сравнению с подводной, что может приводить к различной степени соляризации входных интерференционных фильтров. С другой стороны, подводная часть может терять прозрачность вследствие воздействия водной среды (отложение микроскопических органических и неорганических осадков и т. п.). Следовательно, методика калибровки должна проводиться периодически и желательно в «естественных» условиях.

В качестве подготовительного этапа натурной калибровки был заново (после сезона эксплуатации 2014 г.) проведен полный цикл обычных лабораторных испытаний, включая тщательное измерение спектральных характеристик каждого из каналов, что является основной предлагаемой методикой калибровки по эталонному спектрорадиометру. В основном методика калибровки входных каналов прибора PionDeer по абсолютной освещенности проводилась согласно следующему алгоритму:

- в месте исследований проводится сеанс одновременного измерения характеристик наземного солнечного излучения прибором PionDeer и спектрорадиометром ПИОН-УФ;
- при этом PionDeer регистрирует сигнал обеими частями (надводной и подводной) в надводных условиях, максимально одинаковых для их входных каналов. В идеале мы должны получить одинаковые сигналы при равных напряжениях на ФЭУ;
- если сигналы различны, это означает, что произошло изменение чувствительности вследствие внешних (либо инструментальных, различие экземпляров ФЭУ и т. п.) причин и следует ввести поправочный коэффициент, «уравновешивающий» каналы. Прибор с обеими частями в надводном положении должен показывать пропускание $T = 1,0$;
- спектр СПЭО, регистрируемый при этом спектрорадиометром ПИОН-УФ, «свертывается» с функциями спектральной чувствительности каждого из каналов прибора PionDeer. Таким образом, устанавливается соответствие между сигналом АЦП фильтрового радиометрического канала прибора PionDeer и абсолютной освещенностью, которую дает соответствующая «свертка» откалиброванного в абсолютных значениях спектра СПЭО спектрорадиометра ПИОН-УФ;
- в результате получают калибровочные кривые для каналов погружного прибора как с фильтровыми насадками (285–315 нм), так и без насадок (285–450 нм).

Важно, что реальные спектры СПЭО сразу «автоматически» учитывают: зенитный угол Солнца, облачность, а также влияние аэрозолей и альбедо подстилающей поверхности.

Для реализации калибровки в автоматическом режиме по данному алгоритму был разработан вариант программного обеспечения. Программный модуль может работать как в интерактивном режиме (рис. 26), так и быть «встроен» в программное обеспечение спектрорадиометра ПИОН-УФ.

Впервые предложенный вариант калибровки прошел натурные испытания на биостанции БГУ оз. Нарочь в период 14–16.07.2014 г. (рис. 27).

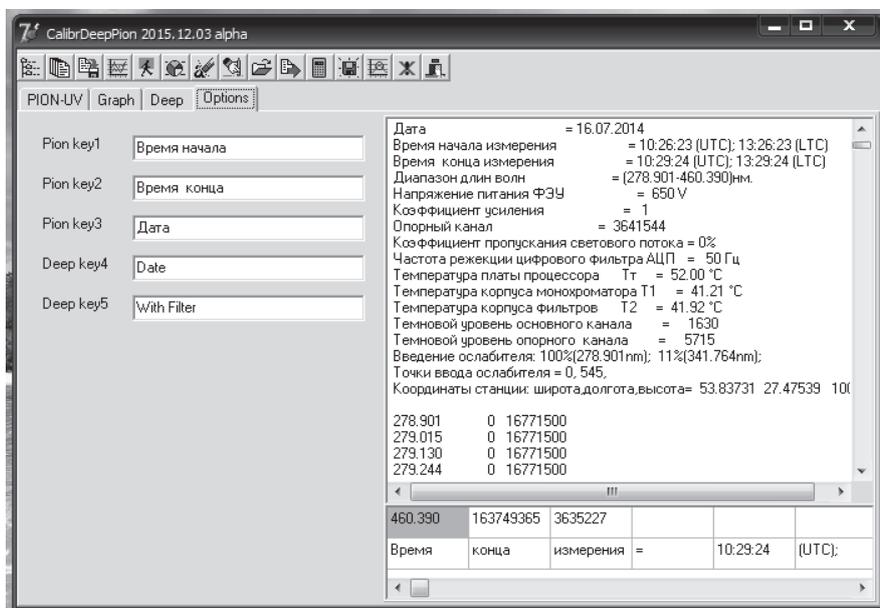


Рис. 26. Интерактивный интерфейс программного приложения CalibrDeepPion в режиме настройки опций



Рис. 27. Проведение измерений спектрального состава естественного приземного излучения на оз. Нарочь с помощью спектро радиометра ПИОН-УФ-П. Данные ПИОН-УФ-П использовались для калибровки погружного УФ-фотометра и проведения ретроанализа доз УФ-облученности в Нарочанском регионе

После сеансов калибровки прибора PionDeep, проведенных по данным одновременных измерений со спектро радиометром ПИОН-УФ-П, и дополнительной тщательной перерегистрации кривых спектральной чувствительности входных каналов погружного фотометра PionDeep в единицах абсолютной освещенности были обработаны результаты измерений сезона 2015 г. по распространению солнечного УФ-излучения в озерах Нарочанской группы.

В качестве примера отдельные результаты измерений представлены на рис. 28–31 (приведены без дополнительной обработки и сглаживания).

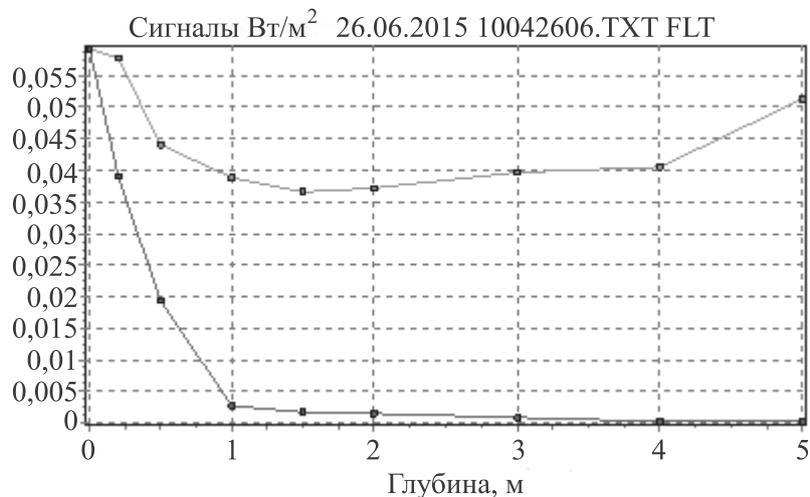


Рис. 28. Абсолютные интегральные освещенности солнечным УФ-Б излучением в диапазоне 285–315 нм на поверхности (*верхняя линия*) и в глубине природного водоема

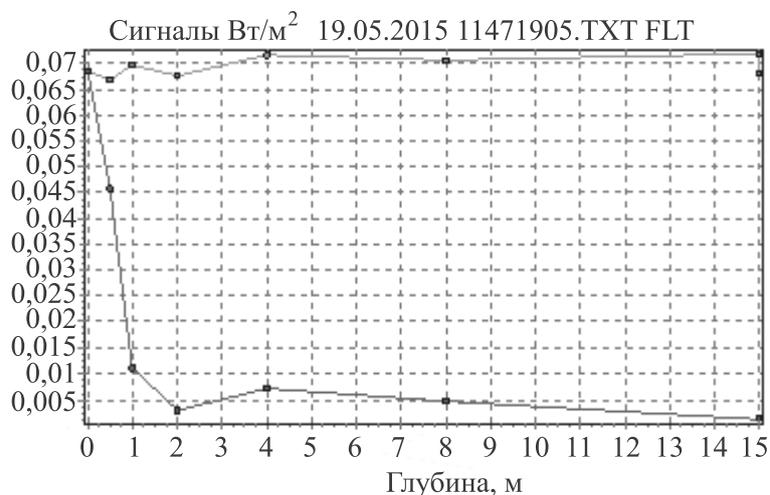


Рис. 29. Абсолютные интегральные освещенности солнечным УФ-Б излучением в диапазоне 285–315 нм на поверхности (*верхняя линия*) и в глубине природного водоема

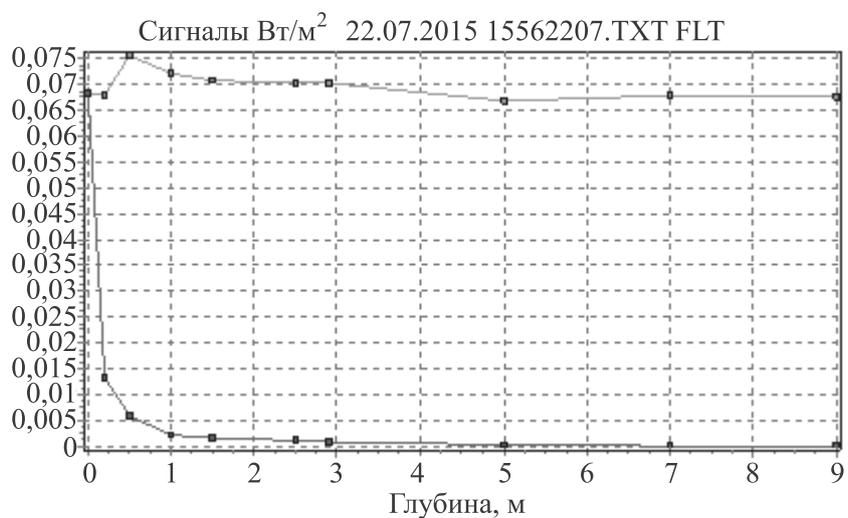


Рис. 30. Абсолютные интегральные освещенности солнечным УФ-Б излучением в диапазоне 285–315 нм на поверхности (*верхняя линия*) и в глубине природного водоема

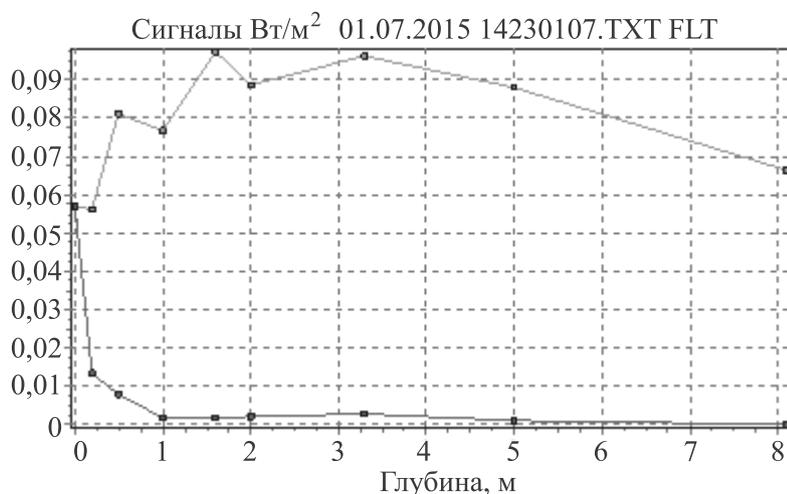


Рис. 31. Абсолютные интегральные освещенности солнечным УФ-Б излучением в диапазоне 285–315 нм на поверхности (*верхняя линия*) и в глубине природного водоема

Представлены наиболее редко измеряемые значения интенсивностей УФ-Б излучения в диапазоне 285–315 нм (измерения с дополнительными колпачковыми фильтрами).

В целом разработанный прибор и предложенная технология измерений абсолютной освещенности в водных слоях природных водоемов продемонстрировали удобство и работоспособность. Тем не менее в результате проведенных исследований наметились пути дальнейшего развития и совершенствования методики. Целесообразно проведение дополнительных исследований по организации системы наземных измерений уровней солнечного излучения в единый комплекс для повышения оперативности и надежности получаемых результатов. Особенно необходимо применение таких автоматизированных комплексов при проведении исследований в труднодоступных и изолированных районах, например в Антарктиде.

6. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ оз. НАРОЧЬ В 2015 г.

На территории геофизической обсерватории «Нарочь» непрерывные гидродинамические наблюдения за уровнем подземных вод в 2015 г. проводили на двух скважинах – № 101-Пс и № 103-Пс. Метрологические факторы и условия формирования притока водоносных горизонтов в основном обусловили сезонные колебания уровня подземных вод в скважинах.

Наблюдательная скважина № 101-Пс. Максимальная глубина залегания уровня воды в скважине 101-Пс составила 30,03 м, минимальная глубина залегания – 29,848 м. Годовая амплитуда колебания уровня равна 0,182 м (табл. 6.1).

В 2015 г. среднемесячные значения уровней воды с мая по декабрь были выше, чем в 2014 г., а пониженные значения наблюдались с января по апрель. Среднегодовой уровень воды в скважине (29,935 м) в 2015 г. понизился на 0,05 м по сравнению с 2014 г. (29,885 м).

Среднемесячные уровни воды в скважине за весь период были выше средних многолетних величин. Относительно среднего многолетнего значения (30,057 м) за 26 лет (1990–2015) среднегодовой уровень (29,935 м) был выше на 0,122 м.

По сравнению с 1990 г. (29,655 м) – началом регулярных гидродинамических наблюдений – среднегодовой уровень воды в скважине (29,935 м) остается пониженным на 0,28 м.

Наблюдательная скважина № 103-Пс. Максимальная глубина залегания уровня воды в скважине 103-Пс составила 26,67 м, минимальная глубина залегания – 26,45 м. Годовая амплитуда колебания уровня равна 0,22 м (табл. 6.2).

В 2015 г. среднемесячные значения уровня воды в январе, феврале, апреле были выше, чем в 2014 г., а пониженные значения наблюдались в марте и с мая по декабрь. Среднегодовой уровень воды в скважине (26,548 м) в 2015 г. понизился на 0,029 м по сравнению с 2014 г. (26,519 м).

Среднемесячные значения уровня за весь период были выше средних многолетних величин. Относительно среднего многолетнего значения (26,815 м) за 26 лет (1990–2015) среднегодовое значение уровня (26,548 м) оказалось выше на 0,267 м.

По сравнению с 1990 г. (25,826 м) – началом регулярных гидродинамических наблюдений – среднегодовое значение уровня воды в скважине (26,548 м) остается пониженным на 0,722 м.

Таблица 6.1

Значения уровня подземных вод в скважине № 101-Пс за 2015 г.

Период наблюдений	Среднемесячные значения, м											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2015	29,923	29,890	29,964	29,909	29,899	29,919	29,914	29,949	29,974	30,000	29,941	29,938
1990–2015	30,047	30,027	30,028	30,033	30,043	30,045	30,044	30,079	30,088	30,094	30,082	30,074
Период наблюдений	Среднегодовые значения, м						Годовые значения, м					
	Среднее	Минимальное	Максимальное	Амплитуда	$h_{\text{макс}}$	Дата	$h_{\text{мин}}$	Дата	Амплитуда			
2015	29,935	29,890	30,000	0,110	30,030	19.03	29,848	03.02	0,182			
1990–2015	30,057	29,973	30,128	0,155	30,510	16.12.2002	29,330	15.07.1991	1,180			

Таблица 6.2

Значения уровня подземных вод в скважине № 103-Пс за 2015 г.

Период наблюдений	Среднемесячные значения, м											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2015	26,501	26,477	26,499	26,476	26,497	26,483	26,539	26,622	26,659	26,653	26,613	26,557
1990–2015	26,778	26,781	26,783	26,769	26,733	26,752	26,841	26,897	26,874	26,877	26,847	26,846
Период наблюдений	Среднегодовые значения, м						Годовые значения, м					
	Среднее	Минимальное	Максимальное	Амплитуда	$h_{\text{макс}}$	Дата	$h_{\text{мин}}$	Дата	Амплитуда			
2015	26,548	26,476	26,659	0,183	26,670	18.09	26,450	03.02	0,220			
1990–2015	26,815	26,658	26,970	0,312	27,780	10.08.1999	25,580	13.03.1992	2,200			

7. О ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЕ РАЗВИТИЯ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ НАРОЧАНСКОГО РЕГИОНА НА 2011–2015 гг. И ПОКАЗАТЕЛИ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В 2015 г.

В последние годы на территории Мядельского района (главным образом в районе Нарочанской группы озер) выполнялись мероприятия Государственной программы развития курортной зоны Нарочанского региона на 2011–2015 гг. Они были направлены на повышение эффективности функционирования курортной зоны, в частности на улучшение материально-технической базы (реконструкция, модернизация) санаторно-курортных и оздоровительных учреждений, расширение перечня услуг и увеличение количества объектов туристической инфраструктуры, создание более благоприятных условий для отдыха и проживания населения и др.

В целях противодействия рекреационной «перегрузке» побережий озер Нарочь, Мястро, Белое и др. при разработке в 2011–2013 гг. генеральной схемы курортной зоны Нарочанского региона был использован принцип подчиненности научным рекомендациям, основанным на определении предельно допустимых рекреационных нагрузок. Критерии и уровни предельно допустимых рекреационных нагрузок на отдельных участках территории Национального парка и курортной зоны были определены учеными и специалистами Научно-практического центра по биоресурсам НАН Беларуси. В их основу заложен принцип упорядочения и оптимизации туристической и рекреационной деятельности в регионе, в частности в виде двух различных сценариев: I (инерционный) – продолжение функционирования туристических стоянок и сохранение существующей структуры отдыхающих; II (сценарий интенсивного развития) – частичное изменение сложившейся структуры отдыхающих путем увеличения доли отдыхающих в стационарных рекреационных учреждениях за счет реконструкции последних, строительства новых стационарных объектов и сокращения числа туристских стоянок. В результате данные наработки утверждены в виде нормативов допустимой нагрузки на природные комплексы и экосистемы Национального парка «Нарочанский» постановлением Минприроды № 32 от 28.06.2012 г.

Действующие нормативы допустимой нагрузки на природные комплексы и экосистемы Национального парка «Нарочанский» на побережьях озер Нарочь, Мястро и Белое приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Нормативы допустимой нагрузки на природные комплексы и экосистемы Национального парка «Нарочанский»

Наименование озер и участков	Число мест в летний сезон: в стационарных учреждениях / на турстоянках	Допустимое количество отдыхающих, человеко-мест						Приоритетный профиль использования на перспективу
		Сценарий I (инерционный)		Сценарий II (интенсивного развития)				
		Число мест в стационарных учреждениях в летний сезон	На стоянках (максимальное)	Всего	Допустимое в стационарных	На стоянках	Всего	
Северо-западное побережье оз. Нарочь	2007 / 200	3000 (расширение существующих объектов, гостиничные комплексы, агротуризм)	200 (турстоянка «Антонисберг»)	3200	3000 (расширение существующих объектов, гостиничные комплексы, агротуризм)	200	3200	Длительный отдых в санаторно-курортных, оздоровительных и туристических учреждениях
Юго-западное побережье оз. Нарочь	1847 / 200	2400 (агротуризм, расширение существующих объектов)	250 (кемпинг «Нарочь»)	2650	2400 (агротуризм, расширение существующих объектов)	250 (кемпинг «Нарочь»)	2650	Длительный отдых в оздоровительных и рекреационных учреждениях, туристический отдых
Северное побережье оз. Нарочь	–	–	–	–	–	25 (экскурсии)	25	Познавательный экотуризм
Юго-восточное побережье оз. Нарочь и оз. Белое	255 / 120	285 (существующий санаторий, агротуризм)	145 (50 – турстоянка «Лагерь», 70 – турстоянка «Белое», 25 – пляжная зона оз. Белое)	430	595 (250 – санаторий, 295 – инвестобъекты вместо турстоянок, 50 – агротуризм)	80 (пляжные зоны)	675	Длительный отдых в оздоровительных и туристических учреждениях, кратковременный отдых, туристический отдых
Итого побережье озер Нарочь и Белое	4109 / 520	5685	595	6280	5995	555	6550	
Юго-восточное побережье оз. Мясстро	– / 200	–	110 (турстоянка «Кочерги»)	110	160 (кемпинг, спортивно-игровая зона вместо турстоянки «Кочерги»)	–	160	Длительный и кратковременный отдых
Итого побережье оз. Мясстро	– / 200	–	110	110	160	–	160	

Суммарная рекреационная нагрузка на побережье озер Нарочь, Мястро, Белое складывается из сведений о количестве организованных отдыхающих в 13 стационарных учреждениях (статистика по заполняемости здравниц и учреждений отдыха) и на туристских стоянках Национального парка «Нарочанский».

Общая единовременная вместимость стационарных учреждений составляет более 4 тыс. мест в осенне-зимне-весенний период и около 5 тыс. мест в летний сезон, туристских стоянок (в летний сезон) – 720 мест (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Количество организованных отдыхающих на побережье оз. Нарочь в 2015 г.

Наименование здравницы (учреждения отдыха)	Количество реализованных путевок, шт.	Количество человеко-дней
Национальный детский оздоровительный лагерь «Зубренок»	15 868	267 281
Республиканский детский пульмонологический центр медицинской реабилитации	2927	53 826
Санаторий «Журавушка»	5163	9618
Санаторий «Нарочанский берег»	5155	76 888
Санаторий «Нарочь»	4342	49 208
Санаторий «Сосны»	6691	73 090
Санаторий «Спутник»	9465	95 572
Санаторий МВД «Белая Русь»	6886	86 651
Санаторно-оздоровительный комплекс «Приозерный»	13 361	143 307
Туристический комплекс «Нарочь»*	13 547	73 636
Гостиничный комплекс «Нарочь»	5036	9877
Гостиница и жилой модуль автокемпинга «Нарочь»	2099	3812
Гостевые коттеджи на оз. Нарочь	608	1490
ВСЕГО	91 148	944 256

* Включая оздоровительный центр «Нарочанка».

Количество организованных отдыхающих в 2015 г. в стационарных учреждениях на побережье оз. Нарочь составило 91 148 человек, рекреационная нагрузка – 944 256 человеко-дней.

Количество туристов на 5 туристских стоянках Национального парка «Нарочанский» на побережьях озер Нарочь, Белое и Мястро в летний сезон 2015 г. составило 9174 человека (табл. 7.3).

Принимая во внимание, что часть туристов отдыхают на льготных условиях и не регистрируются, приведенные цифры можно считать заниженными в сравнении с действительными.

Таблица 7.3

**Количество туристов на туристских стоянках в бассейне водоемов
Нарочанской группы в 2015 г.**

Наименование туристских стоянок	Количество, чел.
Озеро Мястро	
Туристская стоянка «Кочерги»	2180
Озеро Белое	
Туристская стоянка «Белое»	1225
Озеро Нарочь	
Туристская стоянка «Антонисберг»	1195
Автокемпинг «Нарочь»	3446
Туристская стоянка «Лагерь»	1128
Всего на оз. Нарочь	5769
Всего на озерах Нарочанской группы	9174

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необычным в сезоне 2014–2015 гг. было начало подледного периода. Ледостав на Малом плесе оз. Нарочь начался 03.12.2014 г., но уже 19–20.12.2014 г. озеро вскрылось и вторично замерзло 27–28.12.2014 г., однако в январе во время оттепелей образовывались большие полыньи. Постоянный ледовый покров установился во второй половине января, и подледный период продолжался около 70–75 суток, что соответствует уровню лет с коротким сроком ледостава. В связи с неустойчивостью ледового покрова полевые наблюдения в подледный период не проводились.

В текущем году температура воздуха, наблюдаемая в районе биостанции, в начале и конце вегетационного сезона (май – октябрь) была несколько ниже среднего многолетнего уровня при близких значениях в летние месяцы.

Средние для сезона величины температуры воды в поверхностном слое в оз. Нарочь во время вегетационного сезона в текущем году были близки к таковым в последние годы, а в озерах Мястро и Баторино – несколько ниже предыдущих значений. Межгодовые колебания температуры в придонном слое значительны и отражают не столько климатические, сколько динамические условия водной массы.

В последние годы в озерах Нарочь и Мястро продолжают фиксироваться длительные периоды летней стратификации, столь необычные для полимиктических озер. В текущем сезоне выраженная температурная и кислородная стратификация в обоих плесах оз. Нарочь наблюдалась в июне – августе. Для озер Мястро и Баторино для всего периода открытой воды была характерна гомотермия с небольшим расслоением в июне (Мястро) и августе (Баторино).

В периоды стратификации содержание растворенного в воде кислорода в придонном слое уменьшалось до 30 % насыщения в Малом плесе и 40 % – в Большом. Тем не менее ситуация в текущем году была менее напряженной, чем в предыдущем сезоне 2014 г. В оз. Мястро минимальное насыщение придонного слоя в июне составило 21 %, в августе – 35 %. В оз. Баторино кислородный режим в ряду исследованных озер был наиболее благоприятным для гидробионтов на протяжении всего периода открытой воды.

Во всех трех озерах прозрачность воды, показатели режимов взвешенных и органических веществ в текущем сезоне были близки к многолетним данным (2001–2014 гг.).

В режиме биогенных элементов среднесезонные многолетние величины концентрации общего фосфора в озерах Нарочь и Баторино остаются стабильными, тогда как для оз. Мястро характерна высокая вариабельность межгодовых значений. Продолжается тенденция сближения концентраций общего фосфора в воде озер Мястро и Баторино. По-прежнему нестабильным остается режим азота в воде всех трех озер. Так, концентрации общего азота, как и в предыдущем сезоне, были несколько ниже величин многолетнего ряда. Напротив, сумма минеральных форм азота в воде озер Нарочь и Баторино была несколько выше средних многолетних, оставаясь на многолетнем уровне в оз. Мястро.

В ряду многолетних наблюдений скорости потенциального фотосинтеза, аэробной деструкции и биохимического потребления кислорода в текущем сезоне оставались на уровне последних лет.

Характер сезонной динамики содержания хлорофилла в каждом из трех озер в 2015 г. имел свои особенности. В оз. Нарочь он практически полностью совпал с динамикой прошлого года, лишь с несколько более высоким уровнем величин на протяжении вегетационного сезона (май – октябрь). В оз. Мястро абсолютное и относительное содержание хлорофилла на протяжении всего сезона в 2015 г. было необычно высоким, минимальные значения отмечены в июне, выраженный максимум абсолютных значений наблюдался в

августе, а относительных величин в сухой массе сестона – в мае. В ряду многолетних наблюдений средние для вегетационного периода величины (по результатам определения на фильтрах 1,5 мкм) оказались наиболее высокими за десятилетний период.

В оз. Баторино содержание хлорофилла в 2015 г. было заметно выше, чем в озерах Нарочь и Мястро, однако резко выраженных максимумов в течение сезона не наблюдалось. Как в более мелководном из трех озер водоеме в силу частого ветрового взмучивания донных осадков относительное содержание хлорофилла в сухой массе сестона в оз. Баторино было меньше, чем в озерах Нарочь и Мястро, изменяясь в течение сезона от 0,08 до 0,14 %.

В ряду многолетних наблюдений полученные в 2015 г. среднесезонные значения абсолютного и относительного содержания хлорофилла в озерах Нарочь и Баторино укладываются в пределы величин, наблюдаемых в десятилетний период. Высокий уровень значений хлорофилльного показателя в оз. Мястро отражает усиление развития автотрофной компоненты в 2015 г.

В 2015 г. в фитопланктоне обнаружено в оз. Нарочь 101, в оз. Мястро – 63, в оз. Баторино – 94 вида. Это больше, чем в 2014 г. (95, 45 и 87 видов соответственно). Сравнение доминирующего комплекса видов из разных отделов водорослей в вегетационном сезоне 2015 г. с предыдущим 2014 г. обнаружило значительные различия и в составе видов-доминантов, и в их соотношении, что и определяло долевого вклад этих отделов в суммарные показатели их количественного развития в разные месяцы сезона.

Максимальная численность организмов во всех трех озерах отмечена в текущем году в мае. В 2014 г. в оз. Мястро она наблюдалась в октябре, в оз. Баторино – в июле. Максимальные величины численности клеток в оз. Нарочь в 2015 г. зарегистрированы в августе, в оз. Мястро – в июле, в оз. Баторино – в сентябре, максимальные значения биомассы – в Нарочи в июне и августе, в оз. Мястро – в октябре, в оз. Баторино – в августе. Сравнивая вегетационную динамику величин количественного развития фитопланктона в текущем году с величинами предыдущего года, можно отметить различия в сроках наступления максимумов в эти соседние годы.

В целом для вегетационного сезона 2015 г. по численности клеток во всех озерах, как и в предыдущем году, преобладали цианобактерии, по численности организмов в озерах Нарочь и Мястро – криптофитовые, в оз. Баторино – диатомовые. В 2014 г. в этом озере на первом месте были золотистые, они же занимали первое место и по биомассе. По биомассе в 2015 г. в оз. Нарочь, как и в 2014 г., первое место занимали криптофитовые, в оз. Мястро и оз. Баторино – диатомовые. Некоторая смена лидирующих позиций, как и в предыдущие годы, имела место и среди других отделов водорослей. Вероятно, в первую очередь это связано с климатическими и гидрологическими особенностями каждого года. По общему уровню величин всех количественных показателей развития фитопланктона Большой и Малый плесы оз. Нарочь практически не различались, несмотря на некоторые отмечавшиеся различия в степени доминирования тех или иных отделов водорослей. Эти различия никоим образом не повлияли на картину сезонной динамики общей биомассы фитопланктона, которая оказалась чрезвычайно близкой в обоих плесах. Похожая картина динамики оказалась также у численности организмов и их биомассы в оз. Мястро.

Значения, отмеченные в 2015 г., сходны с величинами 2006–2010 гг. По численности организмов в 2015 г. выдвинулась в большую сторону ($5,7 \pm 5,5$ млн орг/л) только оз. Мястро. Отметим также, что в озерах Мястро и Баторино в 2015 г. все показатели количественного развития фитопланктона были выше, чем в предыдущем году.

В зоопланктоне исследуемых озер в 2015 г. отмечено 48 видов, десять из которых – представители веслоногих ракообразных (20,8 % от общего количества видов), 18 видов ветвистоусых ракообразных и 20 видов коловраток. Как в Малом, так и в Большом плесе оз. Нарочь основной вклад в образование численности и биомассы внесли представители типа *Soropoda*. В двух других озерах основу биомассы также составляли веслоногие ракообразные. Значения численности и биомассы зоопланктона Нарочанских озер находи-

лись в пределах средних многолетних величин. В озерах Нарочь и Мястро численность зоопланктона по сравнению с предыдущим годом снизилась почти в 1,5 раза, а биомасса осталась прежней, в то время как в оз. Баторино численность зоопланктона не изменилась, а биомасса значительно возросла и составила $10,56 \text{ г/м}^3$. Таким образом, можно отметить постепенный рост численности и биомассы зоопланктона в оз. Баторино.

Численность бактериопланктона в течение вегетационного сезона в Малом и Большом плесах оз. Нарочь различалась незначительно и находилась в пределах от 2,22 до 3,88 млн кл/мл. Максимальная их концентрация отмечена в августе – $3,66 \pm 0,51$ и $3,88 \pm 0,45$ млн кл/мл, в среднем же для вегетационного сезона численность бактерий составила $2,81 \pm 0,52$ и $3,30 \pm 0,48$ млн кл/мл для Малого и Большого плесов соответственно. Биомассы бактериопланктона в озерах Нарочь и Мястро тоже практически не различались, а в оз. Баторино она была выше в 3–4 раза ($0,202 \pm 0,036$, в Большом плесе – $0,235 \pm 0,031$ мг/л, в оз. Мястро – $0,288 \pm 0,072$ и в оз. Баторино – $0,986 \pm 0,527$ мг/л), что обусловлено не только более высокой численностью бактериальных клеток, но и их более крупными размерами.

Среднегодовые колебания численности бактерий в озерах находятся в границах, характерных для трофического статуса каждого озера.

Таким образом, в целом показатели качества воды во время вегетационного сезона 2014 г., учитывая наблюдаемую их межгодовую вариабельность, остаются близкими к средним многолетним значениям.

Представлен флористический состав и картина зарастания озер высшей водной растительностью, дана оценка ее биомассы и продуктивности. В оз. Нарочь зарегистрировано 45 видов сосудистых растений и 9 видов харовых водорослей, в озерах Мястро и Баторино – по 26 видов. За последние 20 лет в оз. Нарочь незначительно сократилась площадь зарастания, в основном за счет погруженных растений. Более существенные изменения произошли в накоплении макрофитами биомассы, величина которой увеличилась почти в два раза. В настоящее время зарастает 27,5 % площади озера, среднегодовая биомасса макрофитов 9533 т воздушно-сухого вещества, что в пересчете на единицу площади озера (м^2) составляет 52 г органического вещества. Оз. Мястро зарастает на 40 %, оз. Баторино – до 40 %.

В составе макрозообентоса в 2014 г. отмечено 126 таксонов бентосных беспозвоночных организмов, из них в оз. Нарочь – 117, в оз. Мястро – 76 и в оз. Баторино – 57. Величины средневзвешенных биомасс и плотности поселения зообентоса в целом для озер в 2014 г. расположились в следующем порядке: в оз. Нарочь – 20,77 и 3,8; в оз. Мястро – 6,84 и 1,2 и в оз. Баторино – 2,03 г/м^2 и 0,4 тыс. экз/ м^2 . Весомую роль в численности бентоса оз. Нарочь играли хирономиды и ракообразные, в биомассе – моллюски и ракообразные. В оз. Мястро – хирономиды и моллюски; в оз. Баторино – хирономиды и организмы, вошедшие в группу «Прочие», преобладали как в численности, так и в биомассе. Процент хищников в общей средней биомассе организмов был максимален в оз. Нарочь, меньшим в оз. Баторино и минимален в оз. Мястро. Величины средней плотности и биомассы организмов были максимальны в оз. Нарочь на глубинах от 1 до 4 м, в озерах Мястро и Баторино – от 1 до 2 м. В оз. Мястро также высокие количественные показатели бентоса на глубинах от 6 до 10 м обусловлены наличием значительного числа личинок комаров семейства Chironomidae и вида *Chaoborus cristallinus* de Geer. Максимальные величины биомассы и численности дрейссены отмечены в оз. Нарочь в июле – $0,32 \text{ г/м}^2$ и 280,27 тыс. экз/ м^2 .

Приведены материалы по составу ихтиофауны, рыбным ресурсам, степени их использования, представлена многолетняя динамика промыслового вылова рыбы и данные о промысловом и любительском вылове рыбы в Нарочанских озерах за 2015 г.

Как и в предыдущих выпусках «Бюллетеня», представлены результаты измерения уровней и доз приземного УФ-излучения в районе оз. Нарочь. Проведены измерения распространения УФ- и видимого излучения в водной среде природных водоемов Нарочанской группы с помощью погружного прибора, разработанного в НИИЦ МО БГУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино (2014 год) / Т. В. Жукова [и др.] ; под общ. ред. д-ра биол. наук Т. М. Михеевой. Минск, 2015.
2. SCOR-UNESCO Working group № 17. Determination of photosynthetic pigments in seawater // Monographs on Oceanologic Methodology. Paris, 1966. P. 9–18.
3. Методы исследования органического вещества в океане. М., 1980.
4. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А. Д. Семенова. Л., 1977.
5. Унифицированные методы анализа вод / под ред. Ю. Ю. Лурье. М., 1973.
6. Методы определения продукции водных животных / под ред. Г. Г. Винберга. Минск, 1968.
7. Захаренкова Г. Ф. Водная растительность озер Нарочанской группы и ее продуктивность // Труды 5-й научной конференции по изучению внутренних водоемов Прибалтики. Минск, 1959. С. 14–19.
8. Захаренкова Г. Ф. Характеристика химического состава, продукции макрофитов Нарочанских озер // Первичная продукция морей и внутренних вод. Минск, 1961. С. 112–115.
9. Бурдыко П. И., Марьина Л. В. Некоторые особенности взаимосвязи гидрофитов и грунтов в озере Нарочь // Тезисы докладов I научно-практической конференции по использованию и охране водных ресурсов Белорусского Поозерья. Витебск, 1969. С. 15–18.
10. Якушко О. Ф., Бурдыко П. И. К вопросу о роли макрофитов в лимнологическом комплексе озера Нарочь // Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. Вильнюс, 1970. Т. 3 : Биология озер. С. 136–142.
11. Гигевич Г. С., Серафимович О. В. Особенности зарастания озера Нарочь в условиях интенсивной рекреации // Влияние хозяйственной деятельности на природу Белоруссии. Минск, 1981. С. 34–41.
12. Гигевич Г. С. Макрофиты // Экологическая система Нарочанских озер / под ред. Г. Г. Винберга. Минск, 1985.
13. Гигевич Г. С. Функциональная роль макрофитов в экосистеме озера Нарочь // V Всероссийская конференция по водным растениям «Гидророботаника 2000», Борок, 10–13 окт. 2000 г. : тез. докл. Борок, 2000. С. 122–123.
14. Гигевич Г. С., Власов Б. П., Вынаев Г. В. Высшие водные растения Беларуси. Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана. Минск, 2001.
15. Мониторинг растительного мира. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений 2006 г. / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, Гл. информ.-аналит. центр нац. системы мониторинга окружающей среды Респ. Беларусь, Респ. науч.-исслед. унитар. предприятие «Бел НИЦ “Экология”» ; под ред. С. И. Кузьмина, С. П. Уточкиной. Минск, 2007. С. 137–168.
16. Мониторинг растительного мира. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений 2011 г. / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, Гл. информ.-аналит. центр НСМОС Респ. Беларусь, РУП «Бел НИЦ “Экология”» ; под ред. С. И. Кузьмина. Минск, 2012. С. 188–192.
17. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л., 1981.

18. *Власов Б. П., Гигевич Г. С., Грищенкова Н. Д.* Концепция и методика мониторинга водной растительности. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь / Ин-т эксперимент. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси ; под ред. А. В. Пугачевского. Минск, 2011. С. 28–39.

19. Спектрорадиометр для мониторинга приземного ультрафиолетового солнечного излучения / Л. Н. Турышев [и др.] // Журн. прикладной спектроскопии. 2005. Т. 72, № 2. С. 264–270.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА оз. НАРОЧЬ В ОСЕННЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД 2014–2015 гг.	5
1.1. Прозрачность воды, температурный и кислородный режимы.....	5
1.2. Режим взвешенных, органических и биогенных веществ.....	6
1.3. Фитопланктон.....	8
1.4. Бактериопланктон.....	10
2. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В ВЕГЕТАЦИОННОМ СЕЗОНЕ 2015 г.	12
2.1. Температура воды	12
2.2. Прозрачность воды	14
2.3. Растворенный в воде кислород	14
2.4. Концентрация водородных ионов (рН)	16
2.5. Углерод органический общий и взвешенный	17
2.6. Фосфор общий и фосфатный	18
2.7. Азот общий и минеральный	20
2.8. Сестон (взвешенные вещества), содержание зольных элементов в его составе.....	22
2.9. Содержание хлорофилла <i>a</i> в сестоне	23
2.10. Потенциальный фотосинтез планктона	26
2.11. Аэробная деструкция органического вещества и биохимическое потребление кислорода (БПК).....	27
2.12. Фитопланктон.....	28
2.13. Зоопланктон	40
2.14. Бактериопланктон	45
2.15. Макрозообентос.....	49
3. ВЫСШАЯ ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ	59
4. ИХТИОФАУНА, РЫБНЫЕ РЕСУРСЫ И СТЕПЕНЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	65
5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЕЙ УФ-ОБЛУЧЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ И ВОДНОЙ СРЕДЫ ОЗЕР НАРОЧАНСКОЙ ГРУППЫ	70
5.1. Мониторинг уровней облученности поверхности оз. Нарочь.....	70
5.1.1. Мониторинг биологически активной УФ-радиации (УФ-индекс)	70
5.1.2. Мониторинг фотосинтетически активной радиации (ФАР)	79
5.1.3. Мониторинг общей облученности поверхности (пиранометр)	80
5.2. Исследование распространения солнечного излучения в водных системах озер Нарочанской группы.....	81
6. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ оз. НАРОЧЬ В 2015 г.	88
7. О ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЕ РАЗВИТИЯ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ НАРОЧАНСКОГО РЕГИОНА НА 2011–2015 гг. И ПОКАЗАТЕЛИ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В 2015 г.	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ	97

На первой странице обложки – Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга, со дня открытия которой в 2016 г. исполнилось 70 лет.

Научное издание

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

**БЮЛЛЕТЕНЬ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ОЗЕР
НАРОЧЬ, МЯСТРО,
БАТОРИНО
(2015 год)**

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *Т. М. Турчиняк*
Художник обложки *Т. Ю. Таран*
Технический редактор *Т. К. Раманович*
Компьютерная верстка *Н. И. Бондарчик*
Корректоры *Е. И. Бондаренко, Н. В. Яненко*

Подписано в печать 24.08.2016. Формат 60×84/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,62.
Уч.-изд. л. 7,35. Тираж 100 экз. Заказ 490.

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

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

Схема зарастания озера Нарочь

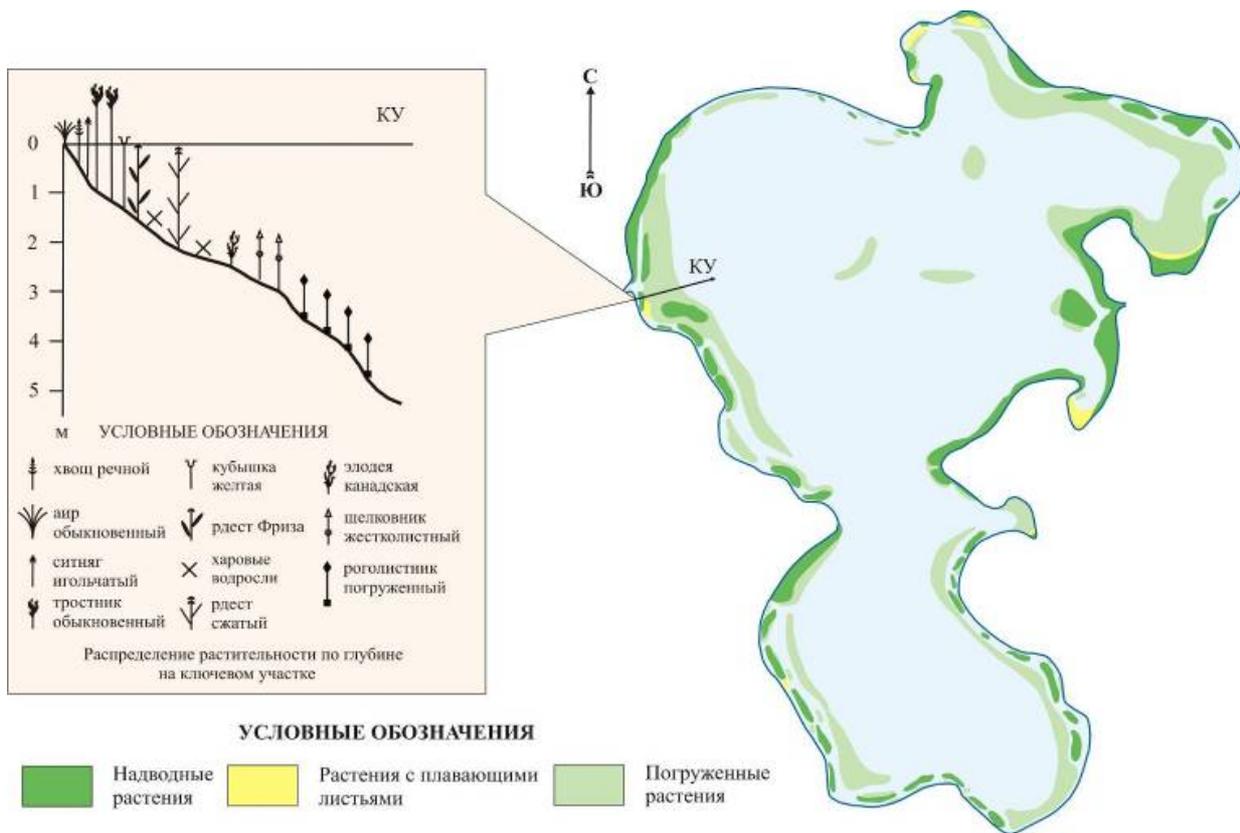


Схема зарастания озера Мястро

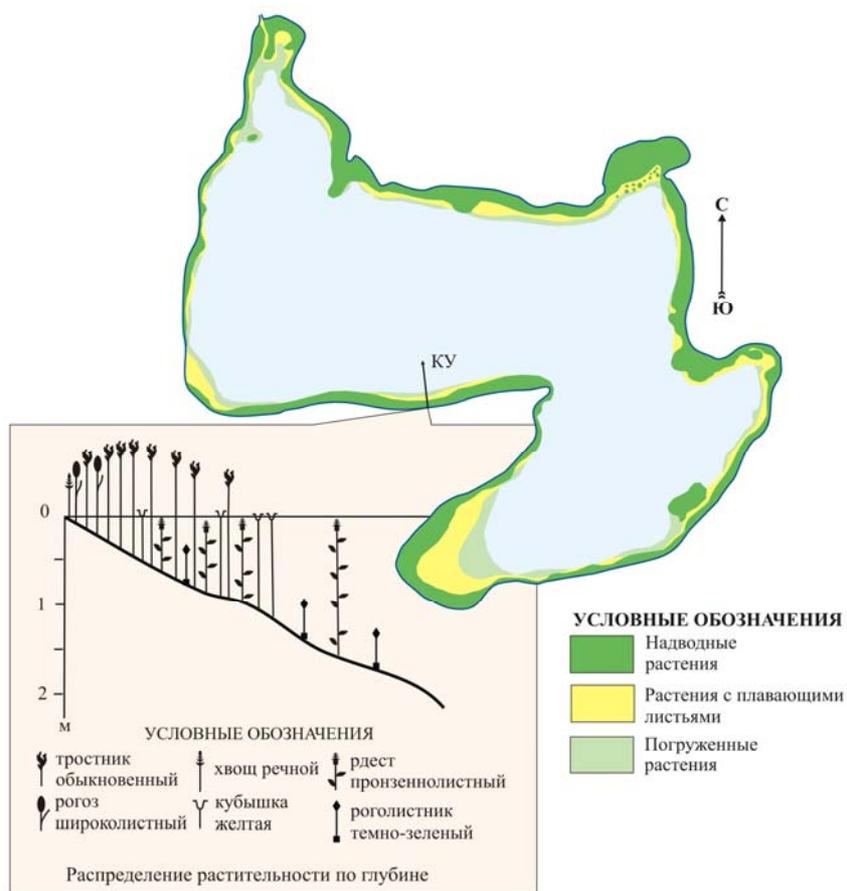


Схема зарастания озера Баторино