

УДК 574.583:574.21:574.633

Фитопланктон и экологическое состояние Чудско-Псковского озера

Дрозденко Т. В., Александрова С. М., Антал Т. К.

*Псковский государственный университет
Псков, Россия
tboichuk@mail.ru*

В гидробиологическом мониторинге исследованиям фитопланктона отводится важное значение. Микроводоросли выступают первичными продуцентами органического вещества, участвуют в процессах самоочищения водных объектов, быстро реагируют на изменения в водной среде. Цель работы заключалась в исследовании экологического состояния и качества воды Чудско-Псковского озера по показателям фитопланктона в разные сезоны 2021 года. За весь период идентифицировано 224 видовых таксона микроводорослей (в Псковском озере – 196, Чудском – 179) из 8 отделов: Bacillariophyta – 83, Chlorophyta – 56, Cyanobacteria – 41, Ochrophyta – 15, Charophyta – 9, Euglenophyta – 8, Dinophyta – 7, Cryptophyta – 5. Флористический комплекс планктонной альгофлоры во все сезоны характеризовался как диатомово-хлорофитово-цианобактериальный. Степень общности видового состава планктонных альгофлор Псковского и Чудского озер была высокой (78,2 %). Общими для обеих акваторий являлись 145 видовых таксонов фитопланктона. Численность фитопланктона изменялась в широком диапазоне в зависимости от времени года и станции исследования: от 808,7 тыс. кл./л (май, станция 5) до 36,6 млн кл./л (октябрь, ст. 51), биомасса – от 343,9 мг/м³ (весна, ст. 51) до 11,3 г/м³ (август, ст. 52). Согласно эколого-географическому анализу в акватории озера преобладали широко распространенные, пресноводные, планктонные формы фитопланктона, предпочитающие слабощелочную реакцию воды. Средний индекс сапробности по Пантле и Букк в Псковском озере составил 1,87, в Чудском – 1,78, что свидетельствует об умеренном загрязнении акватории Чудско-Псковского озера (III класс качества).

Ключевые слова: фитопланктон, альгофлора, таксономический состав, численность, биомасса, мониторинг, качество воды, Чудско-Псковское озеро.

ВВЕДЕНИЕ

В результате мощного антропогенного воздействия на биосферу одной из актуальных проблем современности является загрязнение водных объектов (Arihilam, Arihilam, 2019; Vasyagina, Osipova, 2022). Особое место отводится альгофлористическим исследованиям на региональном уровне, способствующим процессу инвентаризации и сохранению растений.

Планктонные водоросли, лежащие в основе трофической пирамиды, являются первичными продуцентами органического вещества в водных объектах. Для оценки экологического состояния водоемов широко используют показатели развития фитопланктона. Численность, биомасса и таксономический состав микроводорослей отражают интенсивность биогенной нагрузки на водные объекты и широко используются в биоиндикационных исследованиях, которые дают интегральную оценку результатов всех протекающих в водоеме процессов (Барина и др., 2019). В силу высокой чувствительности к внешним воздействиям, фитопланктон служит удобным объектом в системе биомониторинга.

Озера как естественные водоемы играют важную роль в природе и являются уникальными объектами для исследования состояния окружающей среды (Дрозденко, 2018).

На территории Псковской области насчитывается более 3700 озер суммарной площадью 3261 км², из которых 2100 км² приходятся на долю Чудско-Псковского озера (64 %). Это крупнейший трансграничный водоем Европы (четвертое место по площади и пятое по объему), для которого характерна мелководность (средняя глубина 7,1 м), высокий уровень трофности и значительная для озер умеренной зоны промысловая рыбопродуктивность (30–40 кг/га) (Лесненко, 2002). Озеро характеризуется как мезогумусное, слабощелочное, эвтрофное, высокомутное, с хорошим насыщением воды кислородом (весной, летом и осенью), относится к типу условно чистых (Лозовик, Фруммин, 2018).

Фитопланктон открытой воды Чудско-Псковского озера состоит из порядка 500 видов, 70 % которых являются истинно планктонными. В планктоне преобладают цианобактерии, диатомеи, а также зеленые протококковые водоросли (Псковско-Чудское..., 2012).

Цель настоящей работы – оценить экологическое состояние и качество воды Чудско-Псковского озера по показателям фитопланктона в разные сезоны 2021 года.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для работы послужили пробы фитопланктона, собранные в вегетационный период 2021 года в Чудско-Псковском водоеме.

Интегрированные пробы фитопланктона отбирались батометром Паталаса с постоянных станций: в мае и октябре с одиннадцати станций, в августе – с пяти (рис. 1).

Камеральная обработка, идентификация видов, количественный анализ фитопланктона проводились стандартными методами (Садчиков, 2003). Биомасса фитопланктона определялась методом подобия геометрических фигур (Радченко и др., 2010). К доминантным относились виды, численность которых составляла более 10 % от общей. Анализ сходства таксономического состава фитопланктонных сообществ проводился с использованием индекса Сьеренсена (Шмидт, 1980).

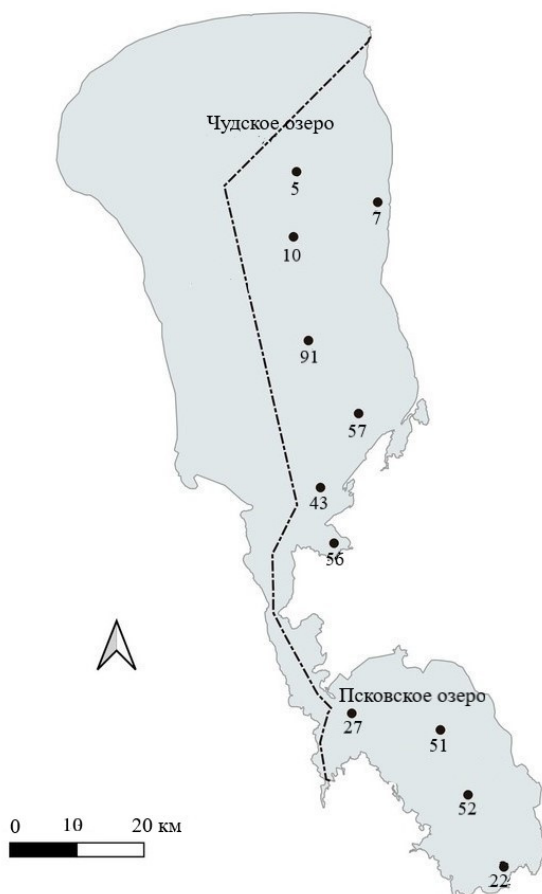


Рис. 1. Карта-схема станций отбора проб в Псковском и Чудском озерах

Для оценки качества воды озера рассчитывался индекс Пантле-Букк в модификации Сладечека (Pantle, Buck, 1955). Класс качества вод устанавливался, основываясь на эколого-санитарной классификации (Оксинок и др., 1993).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Качественные и количественные показатели фитопланктона широко используются в оценке экологического состояния водоема, а также класса качества воды (Дрозденко, Волгушева, 2021).

В исследованной акватории Чудско-Псковского озера в 2021 году было идентифицировано 224 видовых и внутривидовых таксона фитопланктона из 8 отделов: Bacillariophyta – 83, Chlorophyta – 56, Cyanobacteria – 41, Ochrophyta – 15, Charophyta – 9, Euglenophyta – 8, Dinophyta – 7, Cryptophyta – 5.

В Псковском озере за весь период исследования выявлено 196 видовых таксонов фитопланктона, в Чудском – 179. Согласно индексу Сьеренсена степень общности видового состава планктонных альгофлор Псковского и Чудского озер была высокой и составляла 78,2 %. Общими для обеих акваторий являлись 145 видовых таксонов фитопланктона.

Весной в акватории Чудско-Псковского озера было зарегистрировано 176 таксонов микроводорослей рангом ниже рода (в Псковском озере – 132, в Чудском – 138) из 8 отделов (рис. 2). В зависимости от станции исследования количество видовых таксонов изменялось от 61 (ст. 5) до 87 (ст. 56). Летом обнаружено 134 видовых и внутривидовых таксона фитопланктона (в Псковском озере – 117, в Чудском – 90) из 8 отделов. Количество видовых таксонов в зависимости от станции исследования изменялось от 63 (ст. 27) до 90 (ст. 56). Осенью идентифицировано 144 видовых и внутривидовых таксона фитопланктона (в Псковском озере – 107, в Чудском – 112) также из 8 отделов. Число видовых таксонов варьировало в зависимости от станции исследования от 42 (ст. 10) до 68 (ст. 22).

Флористический комплекс планктонной альгофлоры озера во все сезоны составляли отдел Bacillariophyta, содержащий 35,8–38,9 % от общего количества видов, Chlorophyta – 25,7–29,1 % и Cyanobacteria – 14,8–20,1 %. Наиболее представительными родами диатомовых водорослей в мае были *Aulacoseira*, *Navicula* и *Nitzschia*, в летне-осенний период добавились *Cyclotella* и *Fragilaria*. Среди зеленых водорослей большим числом видовых таксонов отличались *Scenedesmus*, *Desmodesmus*, *Monoraphidium* и *Pediastrum*, цианобактерий – *Aphanocapsa* и *Chroococcus* в мае, *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Microcystis* в августе.

Микроводоросли остальных отделов заметный вклад в видовое разнообразие альгофлоры не вносили (рис. 2).

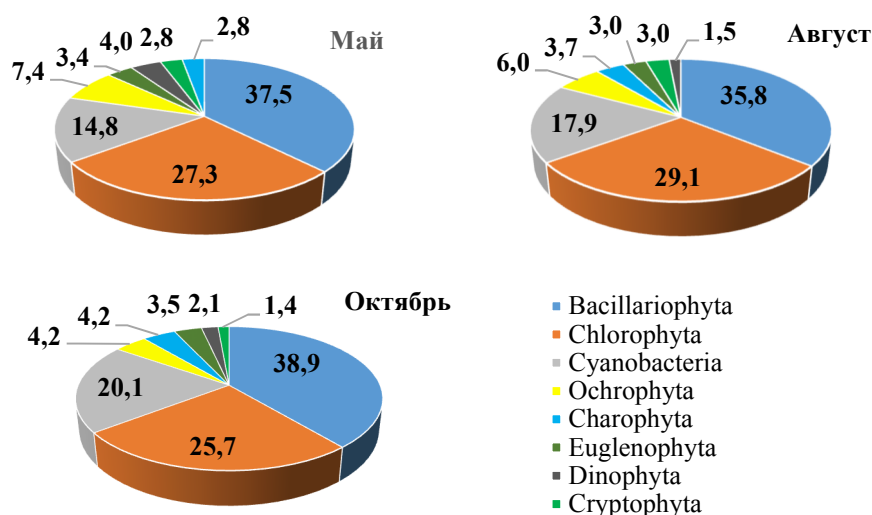


Рис. 2. Таксономический состав Чудско-Псковского озера, % (2021 г.)

Таким образом, флористический комплекс планктонной альгофлоры Чудско-Псковского озера в вегетационный период 2021 года характеризовался как диатомово-хлорофитово-

цианобактериальный, что сопоставимо с данными, полученными в 2020 году (Drozdenko et al., 2021).

Согласно количественному анализу весной численность фитопланктона изменялась от 808,7 тыс. кл./л на ст. 5 до 6,3 млн. кл./л на ст. 57. Средняя численность планктонных водорослей составила 2,1 млн. кл./л, что сопоставимо с данными 2020 года (в Псковском озере – 2,23 млн. кл./л, в Чудском – 2,05 млн. кл./л) (табл. 1).

Таблица 1

Численность фитопланктона в Чудско-Псковском озере (2021 г.)

№ станции	Численность фитопланктона, тыс. кл./л								
	Отделы водорослей								Итого
	Cyanobacteria	Euglenophyta	Ochrophyta	Charophyta	Bacillariophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chlorophyta	
Май									
22	120,4	8,7	213,0	-	904,4	-	30,4	282,6	1559,6
52	433,3	4,8	180,9	-	1857,1	4,8	9,5	442,9	2933,3
51	1637,2	4,7	74,4	-	186,1	-	27,9	251,2	2181,4
27	1266,7	-	33,3	-	541,7	-	20,8	366,7	2229,2
56	1065,2	-	47,8	4,4	747,8	-	4,4	565,2	2452,2
43	416,3	2,2	37,0	-	495,7	-	-	121,7	1094,6
57	5180,4	-	87,0	13,0	500,0	-	4,4	447,8	6250,0
91	219,9	2,8	48,2	-	493,6	-	-	232,6	1048,2
10	388,4	5,8	37,7	-	565,2	2,90	29,9	144,9	1197,1
5	521,7	3,5	43,5	-	186,1	-	5,2	38,3	808,7
7	884,9	-	6,1	-	457,6	3,03	9,1	142,4	1521,2
Среднее	1103,1±	3,0±	73,5±	1,6±	630,5±	1,0±	12,8±	276,0±	2116±
	1431,8	2,9	64,9	4,0	456,6	1,7	11,9	163,4	1526,1
Август									
22	2995,6	-	13,3	-	346,7	-	13,3	386,7	3755,6
52	4802,2	-	48,8	-	1793,0	7,0	13,9	620,9	7285,9
51	10187,2	-	8,5	-	2178,7	-	-	1174,5	13548,9
27	1447,8	13,0	-	-	1141,3	-	-	658,7	3260,9
56	8102,3	18,2	40,9	-	1027,3	-	9,1	745,5	9943,2
Среднее	5507,0±	6,2±	22,3±	-	1297,4±	1,4±	7,3±	717,2±	7558,9±
	3602,8	8,7	21,3	-	711,3	3,1	6,9	288	4317,9
Октябрь									
22	4368,0	-	96,0	-	584,0	-	-	552,0	5600,0
52	5184,0	-	48,0	8,0	2640,0	8,0	-	1256,0	9144,0
51	30698,0	16,0	40,0	8,0	4200,0	-	-	1592,0	36552,0
27	11056,0	8,0	16,0	-	1496,0	-	-	968,0	13544,0
56	3236,8	4,0	12,0	4,0	72,0	-	8,0	672,0	4008,0
43	14336,0	-	64,0	8,0	1176,0	-	-	264,0	15848,0
57	2266,7	-	25,0	-	175,0	-	20,8	158,3	2645,8
91	5052,2	-	4,4	-	265,2	-	-	500,0	5821,7
10	3621,5	-	60,2	-	292,5	-	-	279,6	4253,8
5	1850,0	-	-	-	270,8	-	8,3	337,5	2466,7
7	1770,2	-	51,06	-	370,2	4,3	4,3	604,3	2804,3
Среднее	4785,4±	2,5±	37,9±	2,5±	1049,2±	1,1±	3,8±	653,1±	9335,3±
	8625,3	5,1	29,5	3,7	1298,6	2,6	6,6	449,0	10079,7

Наибольший вклад в численность вносили цианобактерии. Их доля изменялась от 7,7 % на ст. 22 до 82,9 % на ст. 57. В среднем по всем станциям численность цианобактерий составляла 52,1 % от общей. Среди доминант, в зависимости от станций, отмечались представители родов *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Gomphosphaeria*, *Microcystis*, *Snowella*. Вклад в численность представителей отдела Bacillariophyta составил в среднем 29,8 %, Chlorophyta – 13,0 %. На остальные отделы микроводорослей приходился меньший процент.

Летом численность фитопланктона колебалась от 3,3 млн. кл./л на ст. 27 до 13,5 млн. кл./л на ст. 51. Средняя численность микроводорослей составила 7,6 млн. кл./л (в Псковском озере – 7,0 млн. кл./л, в Чудском – 9,9 млн. кл./л) (табл. 1). Максимальный вклад в численность, как и в весенний период, вносили цианобактерии, доля которых изменялось от 44,4 % на ст. 27 до 81,5 % на ст. 56. В среднем по всем станциям численность цианобактерий составляла 5,5 млн. кл./л (около 73 % от общей). В количественном отношении доминировали микроводоросли родов *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Microcystis*. Представители отдела Bacillariophyta в общей численности составили в среднем 17,2 %, а Chlorophyta – 9,5 %. Вклад микроводорослей из других отделов в общую численность был минимальным (табл. 1).

Численность осеннего фитопланктона изменялась от 2,5 млн. кл./л на ст. 5 до 36,5 млн. кл./л на ст. 51. Средняя численность составила 9,4 млн. кл./л (в Псковском озере – 16,2 млн. кл./л, в Чудском – 5,4 млн. кл./л). Наибольший вклад в численность, как и в предыдущие сезоны исследования, вносили цианобактерии. Их доля составляла 56,7–90,5 % в зависимости от станции. Максимальное содержание цианобактерий наблюдалось в Чудском озере на ст. 43. В среднем доля цианобактерий в планктонной альгофлоре в октябре оценивалось в 51,3 %. Наибольший вклад в численность вносили представители родов *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Microcystis*, как и в летний период. Содержание диатомовых водорослей в общей численности изменялось от 1,8 % на ст. 56 до 28,9 % на ст. 52. Количество зеленых водорослей варьировало от 1,7 % на ст. 43 до 21,5 % на ст. 7. Остальные отделы водорослей заметную роль в численности осенней альгофлоры озера не играли.

Биомасса весеннего фитопланктона варьировала от 343,9 мг/м³ на ст. 51 до 2,4 г/м³ на ст. 56. Средняя биомасса планктонных водорослей составляла 1,2 г/м³ (в Псковском озере – 1,2 г/м³, в Чудском – 1,2 г/м³) (табл. 2), что немногим выше, чем в мае предыдущего года, когда средняя биомасса фитопланктона составляла 0,9 г/м³ (в Псковском озере – 1,0 г/м³, в Чудском – 0,8 г/м³) (Drozdenco et al., 2021).

Наибольший вклад в биомассу вносили диатомовые водоросли: от 77,9 % на ст. 51 до 97,4 % на ст. 5. Доля диатомей в акватории в среднем составляла 92,6 % от общей биомассы. Среди них преобладали виды родов: *Aulacoseira*, *Cyclotella*. Представители отдела Chlorophyta в общей биомассе не превышали 4,0 %. Численно лидирующие в мае цианобактерии в биомассу летнего фитопланктона вносили не больше 5 % (табл. 2).

В августе биомасса фитопланктона изменялась от 1,3 г/м³ на ст. 22 до 11,3 г/м³ на ст. 52. Средняя биомасса планктонных водорослей составляла 6,1 г/м³, что в 1,7 раза выше, чем в августе 2020 года. Средняя биомасса в Псковском озере составила 7,0 г/м³, в Чудском – 2,9 г/м³. Основу биомассы составляли диатомовые водоросли: 90,5–96,0 % в зависимости от станции исследования. Средняя доля диатомовых в озере составила 94,2 % от общей биомассы. Среди диатомей значимую роль в биомассе играли виды родов *Aulacoseira*, *Cyclotella*, а также крупноклеточные водоросли из родов *Cymatopleura*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Surirella*. На представителей отдела Chlorophyta в общей биомассе приходилось 2,7 %, цианобактерий – 2,3 % (табл. 2).

Биомасса осеннего фитопланктона в исследованной акватории изменялась от 0,3 г/м³ на ст. 56 до 6,9 г/м³ на ст. 51. Средняя биомасса планктонных водорослей составляла 2,0 г/м³ (в Псковском озере – 3,4 г/м³, в Чудском – 1,1 г/м³). Основной вклад в биомассу вносили диатомовые водоросли: 20,0–94,8 % в зависимости от станции исследования. Средняя биомасса диатомей на исследованной акватории составила 84,2 % от общей биомассы. Наиболее яркую роль в биомассе играли виды родов *Aulacoseira*, *Cyclotella*, а также некоторые крупноклеточные виды из родов *Cymatopleura*, *Navicula*, *Rhopalodia*, *Surirella*. Представители Chlorophyta в общей биомассе в среднем составляли 5,5 %, цианобактерии – 9,2 % (табл. 2).

Расчеты количественных показателей за весь вегетационный период 2021 года показали, что средняя численность фитопланктона, равная 6,1 млн. кл./л, была в 1,5 раза ниже, чем в

2020 году, а значения средней биомассы ($2,4 \text{ г/м}^3$) оказались сопоставимы с прошлогодними данными. Средняя биомасса в акватории Псковского озера была $3,4 \text{ г/м}^3$ в 2020 году и $3,9 \text{ г/м}^3$ в 2021 году, а в Чудском – $1,6 \text{ г/м}^3$ в 2020 году и $1,3 \text{ г/м}^3$ в 2021 году (Drozdenko et al., 2021). Исходя из полученных данных видно, что при одинаковой биомассе численность клеток заметно различается. В данном случае можно судить о более крупных размерах клеток фитопланктона в 2021 году.

Таблица 2

Биомасса фитопланктона в Чудско-Псковском озере (2021 г.)

№ станции	Биомасса, мг/м ³								Итого
	Отделы водорослей								
	Cyanobacteria	Euglenophyta	Ochromophyta	Charophyta	Bacillariophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chlorophyta	
Май									
22	14,1	12,3	79,9	-	804,5	-	5,8	28,4	944,4
52	7,0	4,8	70,6	-	2133,3	107,7	0,9	53,3	2375,5
51	17,1	4,6	14,4	-	268,1	-	2,5	37,2	343,9
27	27,4	-	2,2	-	1091,6	-	7,6	49,8	1178,6
56	1,6	-	3,1	10,3	2273,2	-	0,4	101,3	2390,5
43	4,3	2,6	5,9	-	785,4	-	-	13,4	812,3
57	14,7	-	10,9	11,6	628,3	-	3,5	40,1	709,6
91	7,5	2,8	5,0	-	643,6	-	-	57,7	718,2
10	6,0	5,8	12,5	-	1800,2	2,7	33,4	24,3	1885,5
5	3,9	3,5	2,3	-	766,9	-	4,9	5,7	787,6
7	0,7	-	0,4	-	1040,3	2,4	5,4	21,0	1070,8
Среднее	9,5±8,1	3,3±3,6	18,8± 28,3	2,0± 4,4	1112,3± 660,0	10,3± 32,2	5,9± 9,5	39,3± 26,4	1201,5± 698,4
Август									
22	45,0	-	1,2	-	1144,2	-	1,2	72,2	1263,8
52	112,4	-	19,9	-	10858,1	154,9	11,9	159,3	11316,4
51	390,2	-	12,8	-	10316,9	-	-	337,8	11057,7
27	97,8	18,0	-	-	4105,6	-	-	145,3	4366,7
56	67,0	18,0	16,5	-	2687,7	-	4,50	118,6	2912,4
Среднее	142,5± 140,9	7,2±9,9	10,1±9	-	5822,5± 4478,2	31,0± 69,3	3,5±5	166,7± 101,3	6183,4± 4698,6
Октябрь									
22	123,2	-	27,5	-	682,4	-	-	108,6	941,7
52	132,3	-	12,8	16,0	3035,1	4,8	-	143,7	3344,7
51	834,3	15,7	12,0	9,6	5734,6	-	-	278,2	6884,4
27	554,2	28,0	1,6	-	1813,0	-	-	144,6	2541,5
56	83,0	4,8	9,2	4,8	55,5	-	0,7	119,0	277,0
43	59,7	-	16,0	9,6	2474,5	-	-	51,4	2611,2
57	13,7	-	5,0	-	610,4	-	1,9	28,2	659,1
91	47,4	-	9,1	-	790,9	-	-	70,2	917,7
10	47,8	-	13,8	-	915,9	-	-	48,6	1026,0
5	13,5	-	-	-	943,1	-	3,7	70,5	1030,8
7	62,1	-	20,00	-	1008,9	3,4	0,4	124,4	1219,2
Среднее	179,2± 264,9	4,4±9,2	11,5± 8,0	3,6±5, 6	1642,2± 1614,2	0,7±1,7	0,6±1,2	107,9± 69,2	1950,3± 1893,7

Согласно экологической характеристике по отношению к местообитанию в Чудско-Псковском озере в 2021 году группа планктонных водорослей насчитывала 51,3 % от общего

числа микроводорослей. На группу планктонно-бентосных и донных организмов, представленных в основном диатомовыми водорослями, приходилось 28,1 % и 16,2 % соответственно. Обитатели обрастаний составляли 4,0 %.

По отношению к галобности более половины организмов являлись индифферентами (60,5 % от общего числа). На долю галофилов приходилось 8,8 %, галофобов – 2,6 %, олигогалофов – 3,1 %. Единично встречен мезаголоб – эвгленовая водоросль *Euglena viridis* (O.F.Müller) Ehrenberg. Почти у трети обнаруженных микроводорослей данных по отношению к солености не имелось.

По отношению к рН у большей части водорослей информации не было (54,0 %). На группу алкалифилов приходилось 27,2 %, индифферентов – 14,0 %, ацидофилов – 4,0 %, алкалибионтов – 0,9 %.

Стояче-текучие воды предпочитали 26,3 % микроводорослей, стоячие – 4,8 %, текучие – 1,3 %. Информации по отношению к реофильности не было у 67,5 % обнаруженных видов.

Географический анализ фитопланктона Чудско-Псковского озера показал, что большинство водорослей являлись космополитами (68,9 % от общего числа). Бореальные виды составляли 8,3 %, голарктические – 3,5 %, арктоальпийские и северо-альпийские – по 0,9 %, циркумбореальные и арктические – по 0,4 %. Данные по распространению не имели 16,7 % микроводорослей.

Для определения уровня органического загрязнения и степени антропогенной нагрузки на биогеоценозы Чудско-Псковского озера был проведен сапробиологический анализ. Большинство микроводорослей являлись бета-мезосапробионтами. Значения индексов сапробности по Пантле-Букк варьировали от 1,70 в октябре на ст. 43 до 2,20 в мае на ст. 91 и 7 (табл. 3). Это позволяет отнести воды озера к бета-мезосапробной зоне самоочищения, III классу качества чистоты вод.

Таблица 3

Величины индекса сапробности по отдельным станциям исследованных акваторий (2021 г.)

Станции исследования	Индекс сапробности		
	Май	Август	Октябрь
Псковское озеро			
22	2,11	1,88	1,81
52	2,17	1,90	1,93
51	2,16	1,77	1,88
27	2,10	1,96	1,84
Среднее	2,14±0,04	1,88±0,08	1,87±0,05
Чудское озеро			
56	2,09	1,81	1,89
43	2,05	-	1,70
57	2,09	-	1,74
91	2,20	-	1,73
10	1,98	-	1,71
5	1,87	-	1,84
7	2,20	-	1,88
Среднее	2,07±0,12	1,81	1,78±0,08

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно результатам настоящего исследования в мае, августе и октябре 2021 года в Чудско-Псковском озере было идентифицировано 224 видовых и внутривидовых таксонов фитопланктона из 8 отделов: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Ochrophyta, Charophyta, Euglenophyta, Cryptophyta и Dinophyta. Флористический комплекс планктонной альгофлоры составляли диатомовые и зеленые водоросли, а также цианобактерии.

Средняя численность фитопланктона озера за весь период исследования составляла 6,1 млн. кл./л, средняя биомасса – 2,4 г/м³.

Исходя из данных эколого-географического анализа в акватории озера преобладали широко распространенные пресноводные формы микроводорослей, предпочитающие стояче-текучие слабощелочные воды. Воды акватории Чудско-Псковского озера относились к умеренно-загрязненным – III класс качества чистоты вод.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ в рамках научного проекта № 20-64-46018.

Список литературы

- Барина С. С., Белоус Е. П., Царенко П. М. Альгоиндикация водных объектов Украины: методы и перспективы. – Хайфа, Киев: Изд-во Университета Хайфы, 2019. – 367 с.
- Дрозденко Т. В. Фитопланктон как индикатор экологического состояния водоема (на примере озера Барское, Псковская область) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. – 2018. – Т. 18, вып. 2. – С. 225–231. DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-2-225-231.
- Дрозденко Т. В., Волгушева А. А. Фитопланктон и качество воды озера Кучане (Псковская область, Россия) // Поволжский экологический журнал. – 2021. – № 3. – С. 251–261. DOI: 10.35885/1684-7318-2021-3-251-261.
- Лесненко В. К. Природные ресурсы Псковской области, их рациональное использование. – Псков: ПГПИ, 2002. – 136 с.
- Лозовик П. А., Фрумин Г. Т. Современное состояние и допустимые биогенные нагрузки на Псковско-Чудское озеро // Труды Карельского научного центра РАН. – 2018. – № 3. – С. 3–10. DOI: 10.17076/lim626.
- Оксинок О. П., Жукин В. Н., Брагинский Л. П., Линник П. Н., Кузьменко М. И., Кленус В. Г. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 62–76.
- Псковско-Чудское озеро / [Ред. О. Паликова]. – Тарту: Eesti Loodusfoto, 2014. – 495 с.
- Радченко И. Г., Капков В. И., Федоров В. Д. Практическое руководство по сбору и анализу проб морского фитопланктона: учебно-методическое пособие для студентов биологических специальностей университетов. – М.: Мордвинцев, 2010. – 60 с.
- Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. – М.: Изд-во «Университет и школа», 2003. – 157 с.
- Шмидт В. М. Статистические методы в сравнительной флористике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 176 с.
- Arihilar N. H., Arihilar E. C. Impact and control of anthropogenic pollution on the ecosystem // Journal of Bioscience and Biotechnology Discovery. – 2019. – Vol. 4 (3). – P. 54–59. DOI:10.31248/JBBD2019.098.
- Drozdenko T., Fedorov S., Kek I. Seasonal dynamics of phytoplankton and some hydrochemical indicators of the Peipsi-Pskov Lake // Environment. Technology. Resources: Proceeding of the 13th International Scientific and Practical Conference. June 17-18, 2021. – Rezekne: Rezekne Academy of Technologies. – 2021. – Vol. 1. – P. 50–54. DOI: <https://doi.org/10.17770/etr2021vol1.6557>.
- Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas- und Wasserbach. – 1955. – Bd. 96 (18). – 604 p.
- Vasyagina T. N., Osipova N. V. Comparative analysis of anthropogenic impact on the environment in modern Russia // Agrarian History. – 2022. – N 10. – P. 63–69. DOI: 10.52270/27132447_2022_10_63.

Drozdenko T. V., Alexandrova S. M., Antal T. K. Phytoplankton and ecological state of the Peipsi-Pskov Lake // Ekosistemy. 2023. Iss. 34. P. 36–43.

In hydrobiological monitoring, phytoplankton studies are of great importance. Microalgae act as primary producers of organic matter, participate in the processes of self-purification of water bodies, react quickly to changes in the aquatic environment. The purpose of the work was to study the ecological state and water quality of the Peipsi-Pskov Lake according to phytoplankton indicators in different seasons of 2021. During the entire period, 224 species taxa of microalgae were identified (196 in Lake Pskov, 179 in Lake Peipsi) from 8 phylums: Bacillariophyta – 83, Chlorophyta – 56, Cyanobacteria – 41, Ochrophyta – 15, Charophyta – 9, Euglenophyta – 8, Dinophyta – 7, Cryptophyta – 5. The floral complex of planktonic algaeflora in all seasons was characterized as diatom-chlorophytic-cyanobacterial. The degree of generality of the species composition of the planktonic algaeflora of the Pskov and Peipsi Lakes was high (78.2 %). 145 species taxa of phytoplankton were common to both water areas. Phytoplankton abundance varied in a wide range depending on the time of year and the research station: from 808.7 thousand cells/l (May, station 5) to 36.6 million cells/l (October, station 51), biomass – from 343.9 mg/m³ (spring, station 51) to 11.3 g/m³ (August, station 52). According to ecological and geographical analysis, widespread, freshwater, planktonic forms of phytoplankton predominated in the lake's water area, preferring a slightly alkaline reaction of water. The average saprobity index for Pantle and Bukk in Lake Pskov was 1.87, in Lake Peipsi – 1.78, which indicates moderate pollution of the water area of the Peipsi-Pskov Lake (III quality class).

Key words: phytoplankton, algaeflora, taxonomic composition, abundance, biomass, monitoring, water quality, Peipsi-Pskov Lake.

*Поступила в редакцию 01.12.22
Принята к печати 15.02.23*