



УДК 581.526.325(282.247.414.515)

**ФИТОПЛАНКТОН В СООБЩЕСТВАХ РДЕСТОВ ОЗЕРА МАЛАЯ ИНЕРКА
В ПОЙМЕ РЕКИ АЛАТЫРЬ**

© Ю. С. ОРЛОВА

Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева
e-mail: Kora-et-Tar@yandex.ru

Орлова Ю. С. – Фитопланктон в сообществах рдестов озера Малая Инерка в пойме реки Алатырь // *Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского*. 2011. № 25. С. 542–547. – Изучен видовой состав фитопланктона в 3 сообществах, образованных разными видами рдестов. Проведен таксономический, эколого-географический анализ, а также анализ кривых доминирования по численности и биомассе.

Ключевые слова: фитопланктон, видовой состав, численность, биомасса, озеро, Алатырь.

Orlova J. S. – Phytoplankton in Potamogeton communities in Lake Malaya Inerka in the floodplain of the Alatur river // *Izv. Penz. gos. pedagog. univ. im. V.G. Belinskogo*. 2011. № 25. P. 542–547. – The species composition of phytoplankton in the 3 communities formed different species of pondweed is studied. A taxonomy, ecological and geographical analysis and also analysis of the dominance curves of number and biomass is spent.

Keywords: phytoplankton, species composition, number, biomass, lake, Alatur.

Озеро Малая Инерка располагается в левобережной пойме р. Алатырь в Ичалковском районе Республики Мордовия. В северной, восточной и западной частях озера по береговой линии и мелководью хорошо развит пояс высокотравных гелофитов с преобладанием камыша озерного (*Scirpus lacustris* L.), рогозов узколистного (*Typha angustifolia* L.) и широколистного (*T. latifolia* L.), манника большого (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.) и ежеголовника прямого (*Sparganium erectum* L.); в южной части присутствует пояс низкотравных гелофитов из сусака зонтичного (*Butomus umbellatus* L.) и стрелолиста обыкновенного (*Sagittaria sagittifolia* L.). В воде на поверхности преобладают кувшинка чисто-белая (*Nymphaea candida* J. et C. Presl.) и кубышка желтая (*Nuphar lutea* (L.) Smith.), в толще – рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.), роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.), уруть мутовчатая (*Myriophyllum verticillatum* L.) и пузырчатка обыкновенная (*Utricularia vulgaris* L.).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пробы фитопланктона отбирались и обрабатывались в июле 2010 г. в 3 сообществах, образованных различными видами рдестов – рдестом гребенчатым (*Potamogeton pectinatus* L.), рдестом пронзеннолистным (*P. perfoliatus* L.) и рдестами волосовидным (*P. trichoides* Cham. et Schlecht.) и Фриза (*P. friesii* Rupr.) по общепринятой гидробиологической методике [7]. Камеральная обработка проводилась на микроскопе МБИ-6 в камере Нажотта. Определение видовой при-

надлежности проводилось с помощью серии «Определитель пресноводных водорослей СССР» [2–6, 8–10] и краткого определителя хлорококковых водорослей Украины [12]. Для диатомовых, синезеленых и пиропитовых водорослей система приводится в соответствии с разработками 1990 г. F. E. Round [13], 1986 г. – Konstantinos Anagnostidis [14] и 1993 г. – R. A. Fensome [15]. Эколого-географический анализ приводится в соответствии с таблицами, приведенными в монографии С. С. Барниновой и др. [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В зарослях рдестов озера Малая Инерка обнаружены 82 вида и разновидности водорослей из 47 родов, 31 семейства, 22 порядков, 12 классов из отделов *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, *Dinophyta*, *Euglenophyta*, *Xanthophyta*, *Chrysophyta* (табл. 1).

Более 50% от общего числа зарегистрированных видовых и внутривидовых таксонов водорослей в рдестах составляют виды из отдела *Chlorophyta*. Около 30% видового состава приходится на отделы *Bacillariophyta* и *Cyanophyta*. Наименьший вклад в формирование сообществ фитопланктона вносят водоросли из отделов *Chrysophyta*, *Dinophyta*, *Xanthophyta* и *Euglenophyta*.

В период исследования в фитопланктоне отмечалось массовое развитие синезеленых и зеленых водорослей, их средняя численность составляла до 95.5% от общей. Около 75% общей биомассы обнаруженных водорослей составляли представители зеленых водорослей (табл. 2).

Таблица 1

Таксономический состав фитопланктона сообществ рдестов озера Малая Инерка

Отдел	Число					% от общего числа видов
	классов	порядков	семейств	родов	видов и разновидностей	
<i>Cyanophyta</i>	1	3	3	7	11	13
<i>Chrysophyta</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Bacillariophyta</i>	2	7	7	9	12	15
<i>Xanthophyta</i>	2	2	3	3	3	4
<i>Dinophyta</i>	1	2	2	2	4	5
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1	2	6	7
<i>Chlorophyta</i>	4	6	14	23	45	55
ИТОГО:	12	22	31	47	82	100

Таблица 2

Средняя численность и средняя биомасса фитопланктона в сообществах рдестов озера Малая Инерка

Отдел	Численность, млн. кл. /л	Биомасса, г/м ³
<i>Cyanophyta</i>	6.748	0.541
<i>Chrysophyta</i>	0.016	0.012
<i>Bacillariophyta</i>	0.336	0.996
<i>Xanthophyta</i>	0.082	0.084
<i>Dinophyta</i>	0.100	0.973
<i>Euglenophyta</i>	0.066	0.101
<i>Chlorophyta</i>	6.059	8.409
Итого:	13.407	11.117

Средний коэффициент видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по средней численности составил 4.11 бит/экз. В состав доминирующего по численности комплекса видов водорослей, доля которых составляет 10% и более от общей, входят всего 2 вида из отделов *Cyanophyta* и *Chlorophyta* (*Ulothrix subtilissima* Rabenhorst – 22%, *Anabaena constricta* (Szafer) Geitler – 21%). Также можно выделить субдоминирующий комплекс видов, доля которых со-

ставляет от 5 до 10% общей численности. В этот комплекс входят представители синезеленых водорослей – *Microcystis pulverea* (Wood) Forti (9%), *Anabaena variabilis* Kützing ex Bornet & Flahault (7%), *Microcystis Grevillei* (Berkeley) Elenkin (5%). Именно эти виды играют основную роль в формировании численности фитопланктона, доля следующих видов не превышает 5%. Кривая доминирования численности достаточно пологая (рис. 1).

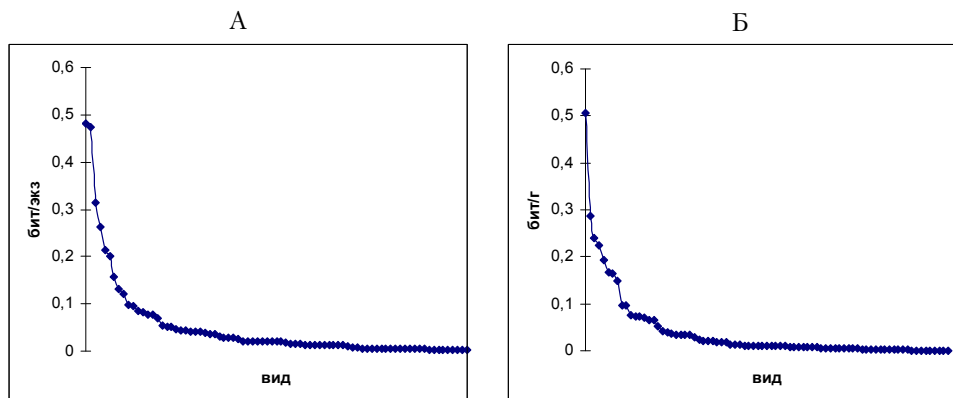


Рис. 1. Кривые доминирования по численности (А) и биомассе (Б) фитопланктона в сообществах рдестов озера Малая Инерка.

Средний коэффициент видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по средней биомассе значительно ниже – 3.29 бит/г. В состав доминирующего по биомассе комплекса видов водорослей входил всего один вид – *Dimorfococcus lunatus* A. Braun, биомасса которого составляет 49% от общей. Кривая доминирования по биомассе более крутая, чем по численности, так как между доминирующим и субдоминирующим комплексами наблюдается существенное различие. К субдоминирующему комплексу можно отнести виды с достаточно крупными клетками, биомасса которых составляет от 3 до 10% от общей (*Stigeoclonium aestivale* (Hazen) F. S. Collins – 8%, *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) Otto Müller – 6%, *Ulothrix subtilissima* – 5%, *Ceratium hirundinella* (O. F. Müller) Dujardin – 4%, *Glenodinium quadridens* (Stein) Schiller – 3%, *Spirogyra* sp. – 3%, *Cosmarium trachypleurum* P. Lundell – 3%).

В эколого-географическом отношении основная масса обнаруженных видов относится к планктонным и планктонно-бентосным формам в зависимости от традиционных мест обитания, индифферентам по отношению к солености и рН воды и космополитами по распространению (табл. 3).

Таблица 3

**Эколого-географическая характеристика
фитопланктона рдестов озера Малая Инерка**

Группа	Число таксонов	Процент
По местообитанию		
Планктонные	23	34.3
Бентосные	10	14.9
Литоральные	3	4.5
Обрастатели	1	1.5
Планктонно-бентосные	30	44.8
Всего	67	100.0
По отношению к солености		
Галофоб	3	6.6
Индифферент	36	80.0
Мезогалоб	1	2.2
Галофил	5	11.1
Всего	45	100.0
По отношению к рН		
Индифферент	12	52.2
Алкалифил+алкалибионт	8	34.8
Ацидофил+ацидобионт	3	13.0
Всего	23	100.0
По распространению		
Неотропические	1	1.7
Голарктические	6	10.2
Циркумбореальные	1	1.7
Космополиты	51	86.4
Всего	59	100.0

Из 82 встреченных видовых и внутривидовых таксонов водорослей сообществ рдестов озера Малая Инерка 70% являются показателями различной степени органического загрязнения (табл. 4). Более половины индикаторных видов (57.9%) относятся к показателям низкой степени органического загрязнения,

меньшее количество видов (35%) – показатели средней степени органического загрязнения и всего 4 вида (7.1%) – показатели высокой степени органического загрязнения.

По таксономическому составу, а также численности и биомассе доминирующих комплексов водорослей между сообществами рдестов наблюдаются значительные отличия. Так, в сообществе, образованном рдестами волосовидным и Фриза отмечено наименьшее число видовых и внутривидовых таксонов водорослей (17), тогда как в сообществе рдеста гребенчатого – 54, рдеста пронзеннолистного – 40 (табл. 5).

Из таблицы видно, что состав доминирующих по числу видов и разновидностей отделов в исследуемых сообществах рдестов идентичен – *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* и *Cyanophyta*. Из всех обнаруженных таксонов рангом ниже рода, во всех сообществах рдестов встречались – *Dictyosphaerium anomalum* Korschikoff, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *Eunotia monodon* Ehrenberg, *Amphora veneta* Kützing.

По численности и биомассе водорослей сообщество рдестов волосовидного и Фриза также резко отличалось от других сообществ рдестов – их численность здесь была примерно в 20 раз, а биомасса в 55 раз меньше, чем в рдестах гребенчатом и пронзеннолистном. Каждое сообщество рдестов характеризовалось своим, отличным от других, доминирующим по численности комплексом видов водорослей. Так, в сообществе рдеста гребенчатого по численности доминировал представитель зеленых водорослей – *Ulothrix subtilissima*, а в остальных сообществах – представители синезеленых водорослей – *Anabaena constricta* и *Gomphosphaeria lacustris* Chodat. По биомассе в сообществах рдестов гребенчатого и пронзеннолистного доминировал представитель зеленых протококковых водорослей – *Dimorfococcus lunatus*, а в сообществе рдестов волосовидного и Фриза – представитель диатомовых водорослей *Amphora veneta* (табл. 6).

Коэффициент видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по численности фитопланктона для каждого из сообществ макрофитов, составил: 3.51 бит/экз. – для сообщества рдеста гребенчатого, 2.60 бит/экз. – для сообщества рдеста пронзеннолистного и 3.22 бит/экз. – для сообщества рдестов волосовидного и Фриза (рис. 2).

Как показано на рис. 2, кривая доминирования по численности для фитопланктона рдестов волосовидного и Фриза более пологая, чем для рдеста гребенчатого и рдеста пронзеннолистного. Возможно, это связано с тем, что в состав доминирующего комплекса видов водорослей (более 10% от общей численности) здесь входит 4 вида, в то время как в других видах рдестов по 2 вида. «Плато» образуют виды с одинаковой численностью, тогда как доминантный и субдоминантный комплексы остальных рдестов представлены видами, имеющими различия в численности от 0.5 до 10.0%.

Коэффициент видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по биомассе наибольшее значение имел в сообществе рдеста волосовидного и Фриза – 3.12 бит/г., наименьшее – в сообществе рдеста гребенчатого – 2.42 бит/г. и 2.83 бит/г. – для сообщества рдеста пронзеннолистного (рис. 3).

Таблица 4

**Число видов-индикаторов различной степени органического загрязнения
среди фитопланктона сообществ рдестов озера Малая Инерка**

Показатель степени загрязнения	Зона сапробности	Число таксонов	Доля от общего числа индикаторных видов, %
Показатели низкой степени органического загрязнения	χ	1	1.8
	χ-ο	1	1.8
	ο	9	15.8
	ο-β	6	10.5
	β-ο	10	17.5
	ο-α	6	10.5
Показатели средней степени органического загрязнения	β	20	35.0
Показатели высокой степени органического загрязнения	β-α	2	3.5
	α	1	1.8
	β-ρ	1	1.8
	Всего	57	100.0

Таблица 5

**Таксономический состав фитопланктона в сообществах разных видов рдестов
в озере Малая Инерка**

Отдел	Число					% от общего числа видов
	классов	порядков	семейств	родов	видов и разновидностей	
<i>Cyanophyta</i>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>6</u>	<u>11.11</u>
	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>17.50</u>
	1	2	2	2	2	11.77
<i>Chrysophyta</i>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1.85</u>
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillariophyta</i>	<u>2</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>16.66</u>
	<u>2</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>12.50</u>
	1	4	4	4	4	23.53
<i>Xanthophyta</i>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>5.55</u>
	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>2.50</u>
	-	-	-	-	-	-
<i>Dinophyta</i>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>5.55</u>
	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>5.00</u>
	-	-	-	-	-	-
<i>Euglenophyta</i>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>5</u>	<u>9.25</u>
	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>5.00</u>
	-	-	-	-	-	-
<i>Chlorophyta</i>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>12</u>	<u>17</u>	<u>27</u>	<u>50.00</u>
	<u>4</u>	<u>6</u>	<u>13</u>	<u>20</u>	<u>23</u>	<u>57.50</u>
	2	2	7	8	11	64.70
ИТОГО:	<u>12</u>	<u>20</u>	<u>28</u>	<u>36</u>	<u>54</u>	<u>100.00</u>
	<u>10</u>	<u>16</u>	<u>23</u>	<u>33</u>	<u>40</u>	<u>100.00</u>
	4	8	13	14	17	100.00

Число – вверху рдест гребенчатый, в середине рдест пронзеннолистный, внизу рдесты волосовидный и Фриза.

Кривая доминирования по биомассе для фитопланктона сообщества рдеста волосовидного и Фриза еще более пологая, чем кривая, построенная по численности. Такая кривая характерна для выровненных сообществ, где вклад каждого вида в формирование общей биомассы равновелик. А это, вместе с большим ко-

эффициентом Шеннона, говорит об устойчивости сообщества. Кривые доминирования для фитопланктона сообществ рдестов гребенчатого и пронзеннолистного, так же как и кривые доминирования по численности, позволяют наглядно выделить доминирующий и субдоминирующий комплексы видов, вносящих наиболь-

ший вклад в формирование биомассы фитопланктона этих сообществ. Так, в сообществе рдеста гребенчатого выделяется только один доминант, относящийся к зеленым водорослям, в сообществе рдеста пронзеннолистного – 2 доминанта из того же отдела, а в сообществе рдестов волосовидного и Фриза – 3 доминанта по биомассе из отдела диатомовых водорослей.

По уровню развития биомассы фитопланктона исследованные сообщества рдестов на момент иссле-

дования имеют различный трофический статус [11]. Так, самую большую биомассу (13.66 г/м³) имеет фитопланктон в сообществе рдеста гребенчатого, что позволяет отнести его к высокоэвтрофной зоне. Сообщество рдеста пронзеннолистного с биомассой фитопланктона 4.64 г/м³ – характеризуется как мезотрофное, а сообщество рдестов волосовидного и Фриза с самой маленькой биомассой (0.17 г/м³) – как олиготрофное.

Таблица 6

Численность, биомасса и доминирующие виды фитопланктона в сообществах рдестов

Численность, млн. кл./л	Абсолютный доминант	Биомасса, г/м ³	Абсолютный доминант
Сообщество рдеста гребенчатого			
12.512	<i>Ulothrix subtilissima</i> (33%)	13.66	<i>Dimorfococcus lunatus</i> (65%)
Сообщество рдеста пронзеннолистного			
10.708	<i>Anabaena constricta</i> (53%)	4.64	<i>Dimorfococcus lunatus</i> (43%)
Сообщество рдеста волосовидного и рдеста Фриза			
0.564	<i>Gomphosphaeria lacustris</i> (30%)	0.17	<i>Amphora veneta</i> (31%)

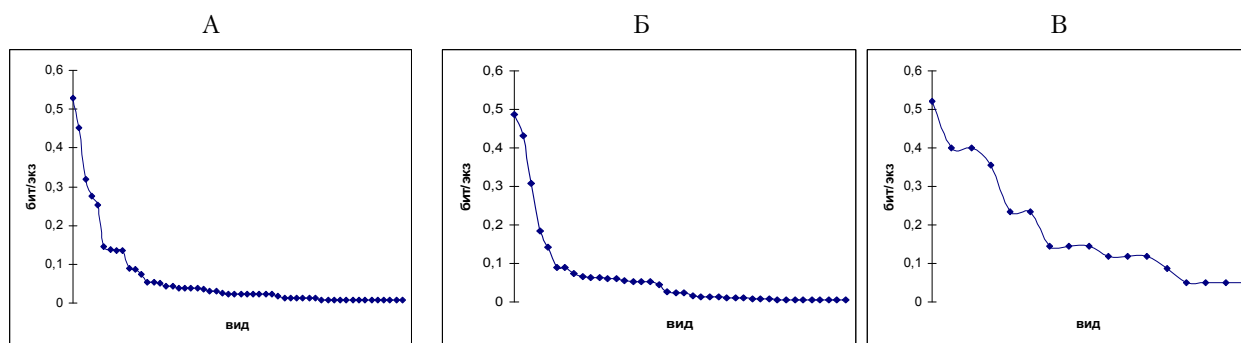


Рис. 2. Кривые доминирования по численности фитопланктона в сообществах рдеста гребенчатого (А), рдеста пронзеннолистного (Б) и рдестов волосовидного и Фриза (В) в озере Малая Инерка.

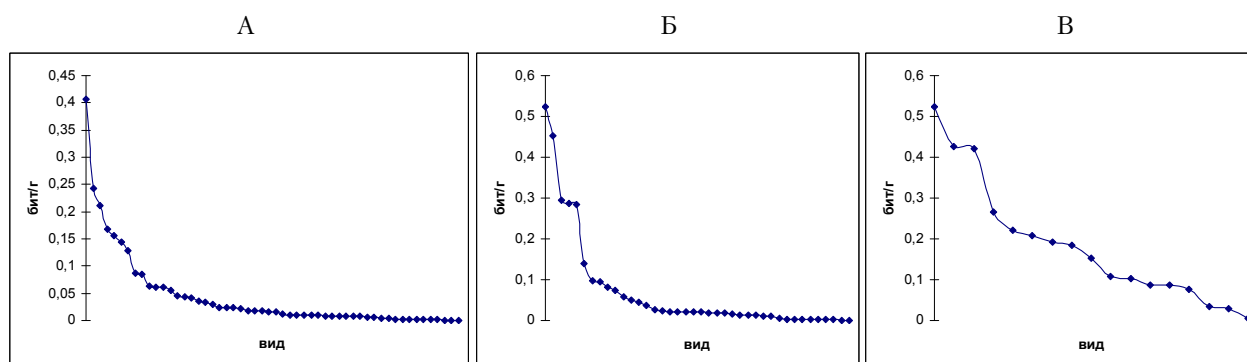


Рис. 3. Кривые доминирования по биомассе фитопланктона в сообществах рдеста гребенчатого (А), рдеста пронзеннолистного (Б) и рдестов волосовидного и Фриза (В) озера Малая Инерка.

ВЫВОДЫ

1. Фитопланктон сообществ, образованных различными видами рдестов, представлен 82 видами и разновидностями водорослей из 47 родов, 31 семейства, 22 порядков, 12 классов и 7 отделов.

2. Наибольший вклад в видовой состав фитопланктона вносит отдел *Chlorophyta*. Доминирующими по численности в сообществах рдестов являются *Ulothrix subtilissima* и *Anabaena constricta*, по биомассе – *Dimorfococcus lunatus*.

3. По таксономическому составу, а также численности, биомассе доминирующих комплексов водорослей и трофическому статусу между ценозами рдестов наблюдаются значительные отличия. Сообщество, образованное рдестами волосовидным и Фриза, отличается меньшим числом видовых и внутривидовых таксонов водорослей, составом доминирующих по численности и биомассе комплексов.

Благодарности: автор выражает благодарность сотрудникам лаборатории экологии простейших и микроорганизмов Института экологии Волжского бассейна РАН к. б. н. Н. Г. Тарасовой и Т. Н. Бурковой за помощь в определении фитопланктона, методические рекомендации при выполнении работы, а также проф. Т. Б. Силаевой за ценные замечания при написании статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель Авив: PiliesStudio, 2006. 498 с.
2. Голлербах М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Синезеленые водоросли. М.: Советская наука, 1953. Вып. 2. 652 с.
3. Дедусенко-Щеголева Н.Т., Матвиенко А.М., Шкорбатов Л.А. Определитель пресноводных водорослей СССР. Зеленые водоросли. Класс Вольвоксовые. Chlorophyta: Volvocineae. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959. Вып. 8. 231 с.
4. Забелина М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука, 1951. Вып. 4. 619 с.
5. Киселев И.А. Определитель пресноводных водорослей СССР. Пирофитовые водоросли. М.: Советская наука, 1954. Вып. 6. 212 с.
6. Матвиенко А.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Золотистые водоросли. М.: Советская наука, 1954. Вып. 3. 188 с.
7. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 240 с.
8. Мошкова Н.А., Голлербах М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Зеленые водоросли: класс Улотриксковые (1), порядок Улотриксковые. Chlorophyta: Ulotrichophyceae, Ulotrichales. Л.: Наука, 1986. Вып. 10. Ч. 1. 360 с.
9. Паламарь-Мордвинцева Г.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые. Chlorophyta: Conjugatophyceae, Desmidiaceae. Л.: Наука, 1982. Вып. 11. Ч. 2. 620 с.
10. Попова Т.Г. Определитель пресноводных водорослей СССР. Эвгленовые водоросли. М.: Советская наука, 1955. Вып. 7. 282 с.
11. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 182 с.
12. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / Отв. ред. Паламарь-Мордвинцева Г.М. Киев: Наук. думка, 1990. 208 с.
13. F.E. Round The Diatoms. Biology & morphology of the genera. Cambridge Univ. Press., 1990. 747 p.
14. Konstantinos Anagnostidis Modern approach to classification system of cyanophytes. 2 – Chroococcales. Arch. Hydrobiol. (Suppl. 73, 2 Algological Studies 43). 1986. P. 157–226.
15. Fensome R.A., Taylor F.J.R., Norris G. Sarjeant W.A.S., Wharton D.I. and Williams G.L. A classification of living and fossil dinoflagellates. Hanover, Pennsylvania. 1993. 351 p.