

*Водные биоресурсы и среда обитания*  
2018, том 1, номер 3–4, с. 63–73  
<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)  
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



*Aquatic Bioresources & Environment*  
2018, vol. 1, no. 3–4, pp. 63–73  
<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)  
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 581.526.325 (262.54)

## ФИТОПЛАНКТОН ЛИМАНОВ КУЛИКОВО-КУРЧАНСКОЙ ГРУППЫ (АЗОВСКИЕ ЛИМАНЫ)

© 2018 Н. А. Рудакова, С. Л. Вишнеvский, В. И. Петрашов, Е. И. Матвеева

*Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,  
Краснодарский филиал, Краснодар 350000, Россия  
E-mail: rudakova\_n\_a@azniirkh.ru*

**Аннотация.** Дан краткий анализ степени изученности фитопланктонного сообщества азовских лиманов различными исследователями за несколько десятилетий. Приведены данные по сезонному разнообразию таксономического состава микроводорослей Куликово-Курчанской группы лиманов в 2015 г., где было отмечено 244 вида водорослей, относящихся к 7 систематическим отделам. Наибольшее количество видов представлено в отделе зеленых водорослей — 100 видов, диатомовых — 79, цианобактерий — 29, эвгленовых — 24. Остальные группы водорослей были менее представительными и встречались эпизодически: динофлагелляты и криптофитовые — 9 видов, охрофитовые — 3 вида. Приведена оценка сезонной изменчивости видового и количественного состава фитопланктонного сообщества лиманов. В 2015 г. среднегодовая численность фитопланктона в лиманах Куликово-Курчанской группы составляла 8580,5 млн кл./м<sup>3</sup> (показатели варьировали от 12425,6 млн кл./м<sup>3</sup> весной до 4177,9 млн кл./м<sup>3</sup> — осенью). Биомасса фитопланктона в среднем по району исследований составляла 2923,6 мг/м<sup>3</sup> (от 4285,06 мг/м<sup>3</sup> весной до 1764,70 мг/м<sup>3</sup> осенью). Высокие концентрации фитопланктона, сохранявшиеся в лиманах в течение всего сезона, играли существенную роль в формировании первичной продукции, уровень которой в последние годы во многом связан с высокими температурами воды, особенно в водоемах, имеющих небольшую площадь водного зеркала, с небольшими глубинами и ограниченным водообменом. Таксономическое разнообразие сообщества микроводорослей является важной характеристикой в оценке экологического состояния водоемов, т. к. его сезонная изменчивость характеризует отклик фитоценоза на изменение качества среды.

**Ключевые слова:** Куликово-Курчанская группа лиманов, фитопланктон, видовой состав, численность, биомасса, сезонная изменчивость

## PHYTOPLANKTON IN THE LIMANS OF THE KULIKOV-KURCHANSKY GROUP (LIMANS OF THE AZOV REGION)

N. A. Rudakova, S. L. Vishnevsky, V. I. Petrashov, E. I. Matveeva

*Azov Sea Research Fisheries Institute, Krasnodar Branch, Krasnodar 350000, Russia  
E-mail: rudakova\_n\_a@azniirkh.ru*

**Abstract.** Brief analysis of the knowledge level on phytoplankton community of the limans of the Azov Region by various researchers is given for several decades. The data on seasonal diversity of taxonomic composition of the microalgae, identified in the limans of the Kulikov-Kurchansky group, are presented for 2015, when 244 algae species, belonging to seven taxonomic divisions, were recorded. The highest number of species (100) was represented by the green algae division; 79 species of diatoms were also recorded, as well as 29 species of cyanophytae, and 24 species of euglenoids. Other taxonomic groups of algae were less representative and were registered only sporadically: 9 species of dinoflagellates and cryptomonads, 3 species of ochrophyta. The estimate of seasonal variability of species and numerical composition of phytoplankton community of the limans is presented. In 2015, average annual abundance of the phytoplankton in the limans of the Kulikov-Kurchansky group was 8,580.5 million cells/m<sup>3</sup> (with fluctuations from 12,425.6 million cells/m<sup>3</sup> in spring to 4,177.9 million cells/m<sup>3</sup> in autumn). Phytoplankton biomass in the studied area equaled 2,923.6 mg/m<sup>3</sup> on average (with fluctuations from 4,285.06 mg/m<sup>3</sup> in spring to 1,764.70 mg/m<sup>3</sup> in autumn). High phytoplankton concentrations, which remained in the limans during the whole season, were essential to form primary production, which level in the recent years was to a large extent related to high water temperatures, especially in the water bodies with small surface area, shallow depths and limited water exchange. Taxonomic diversity of microalgae community is an important parameter in assessment of environmental state of the water bodies, because its seasonal variability determines the phytoceenosis reaction to the changes in the environmental quality.

**Keywords:** Kulikov-Kurchansky group of limans, phytoplankton, species composition, abundance, biomass, seasonal variability

## ВВЕДЕНИЕ

Куликово-Курчанские лиманы — группа водоемов лагунного происхождения, входящая в состав Центральной системы азовских лиманов. Лиманы находятся на территории Темрюкского района и насчитывают около 50 небольших лиманов, озер, плесов, имеющих самые разные глубины (от 0,4 м в окраинных и тыловых частях водоемов до 1,9 м в проточных зонах). Гидролого-гидрохимический режим отличается большим разнообразием в зависимости от проточности и удаленности от зоны поступления в лиманы морских вод через Куликовское гирло.

Современная структура Куликово-Курчанской группы лиманов, по данным авторов Ю.Я. Нагалева и С.Г. Чуприны [1], а также Э.Ю. Нагалева и др. [2], насчитывает около 60 лиманов, из них более 35 занимают площадь от 50 до 2100 га. Существенные различия лиманов по глубине и площади, мелководный характер азовских лиманов и частые и непредсказуемые колебания уровня воды в лиманах оказывают заметное влияние на формирование гидробиологического фона и первичной продукции фитопланктона в водоемах. Высокие концентрации фитопланктона в лиманах в последние годы связаны с ежегодным ограниченным поступлением пресной воды в лиманы весной и в начале лета и высокими температурами в воде. Особенно это характерно для водоемов, имеющих небольшую площадь водного зеркала, малые глубины и ограниченный водообмен.

Таксономическое разнообразие сообщества микроводорослей является важной характеристикой в оценке экологического состояния водоемов, т. к. его сезонная изменчивость характеризует отклик фитопланктона на изменение качества среды.

Изучение фитопланктона азовских лиманов проводилось эпизодически и описано в немногочисленных работах. Результаты наиболее ранних исследований ограничиваются небольшой статьей В.М. Арнольди [3], в основе которой анализ 150 проб фитопланктона, отобранных в некоторых лиманах «системы Черного Ерика»: Круглый, Сладкий, Дурной, Глубокий и Лозовской (по современной классификации это Черноерковско-Сладковская группа лиманов). В работе приводится одно из первых подробных описаний видового состава фитопланктона этих лиманов. По результатам более поздних исследований в работе И.А. Киселева [4] приведен подробный список из 72 видов микроводорослей лимана Горький, относящегося к вышеупомянутой системе лиманов.

Наиболее полно фитопланктон л. Горький (Черноерковско-Сладковская группа) был изучен Г.С. Губиной [5], где по результатам обработки 504 проб, отобранных за период 1965–1972 гг., были определены видовой состав фитопланктона (314 видов), динамика его биомассы, зависимость состава и количества водорослей (с учетом влияния вод различной солености) и продуктивности отдельных видов фитопланктона. В предшествующие годы (1962–1964 гг.) Г.С. Губиной [6] детально изучались

количественные и качественные показатели фитопланктона Ахтарско-Гривенской группы лиманов (Пригибский, Кирпильский, Рясной и Красный) в зависимости от прозрачности воды. За период исследований состав планктона Ахтарско-Гривенской группы лиманов насчитывал 688 видов, разновидностей и форм водорослей. Поскольку целью исследования было изучение биомассы водорослей и общей продуктивности лиманов, то в работе опубликованы очень краткие списки видов. Среднегодовые показатели биомассы в этих лиманах были определены в пределах 1,33–1,64 г/м<sup>3</sup>. Автором отмечено, что количественные показатели фитопланктона в лиманах очень неустойчивы, что объясняется их мелководностью, резкими колебаниями температуры и прозрачности воды.

Некоторые сведения о состоянии фитопланктона лиманов имеются в работе С.К. Троицкого и Н.Н. Харина [7], рассматривавших классификацию лиманов с биологической и рыбохозяйственной точки зрения, с учетом количественных и качественных показателей фитопланктона. Краткие сведения о состоянии весеннего фитопланктона лиманов Куликово-Курчанской группы приводятся в работе И.Г. Корпаковой и др. [8]. По результатам работ, проведенных в 2005 г. в рамках мониторинга экосистемы лиманов для ООО «НК Приазовнефть» в лиманах Старотитаровском, Курчанском, Большом Ахтанизовском, Поляковом, Долгом, в весеннем планктоне было обнаружено 77 видов; по числу видов доминировали зеленые и синезеленые водоросли. Значения фитомассы весеннего планктона в среднем по лиманам варьировали от 1 до 7 г/м<sup>3</sup>. Наибольшая численность (9080,0 млн кл./м<sup>3</sup>) и биомасса (13,64 г/м<sup>3</sup>) водорослей были отмечены в лимане Старотитаровский. Минимальные показатели отмечены в л. Долгий с численностью 840 млн кл./м<sup>3</sup> и биомассой 0,75 г/м<sup>3</sup>.

В более поздней работе, посвященной оценке рыбохозяйственных и экологических проблем Азово-Черноморского региона, Г.А. Москул и др. [9] приводят данные о качественном составе фитопланктонного сообщества азовских лиманов. В видовом составе фитопланктона было отмечено 173 таксона, относящихся к 8 отделам, в т. ч.: зеленые — 71 вид, диатомовые — 32, синезеленые — 29, эвгленовые — 22, динофлагелляты и криптофитовые — 9 видов, остальные группы водорослей (желто-зеленые и золотистые) встречались в незначительных количествах и представлены 10 таксонами. Основное внимание в исследованиях было

уделено сезонной оценке численности и биомассы планктона. Средняя биомасса фитопланктона лиманов за счет массового развития синезеленых водорослей в 2012 г. была относительно низкой и достигала 1,07 г/м<sup>3</sup> с максимумом в летний период, равным 1,72 г/м<sup>3</sup>. Средняя численность находилась на уровне 3486,0 млн кл./м<sup>3</sup> с максимумом, также приходящимся на летние месяцы (6369,0 млн кл./м<sup>3</sup>).

Таким образом, ранее проведенные исследования свидетельствуют об эпизодическом характере изучения фитопланктона азовских лиманов, что недостаточно для объективной оценки состояния фитопланктонного сообщества лиманов в целом.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу работы положены материалы обработки 42 проб фитопланктона, отобранного в 7 лиманах Куликово-Курчанской группы (Горький, Большой Червонный, Балясниевский, Большой Грущаный, Куликовский, Большой Баштовый и Кривой) в различные сезоны года: апрель, август и октябрь 2015 г. Соленость вод в лиманах, имеющих опосредованную связь с Азовским морем, определяли при помощи рефрактометра АТАГО. Учитывая небольшие глубины в лиманах (0,5–1,2 м), пробы фитопланктона (0,5 л) отбирали в поверхностном слое воды (0–0,5 м) батометром емкостью 1 л и консервировали 5%-ным раствором Люголя. Концентрирование проб производилось отстойным методом до объема 50 мл. Подсчет численности клеток проводился в камерах «Нажотта» объемом 0,05 мл. Камеральную обработку проводили с помощью микроскопов марки «Микмед 1» с использованием визуализатора DCM 310 с программой компьютерного позиционирования и диагностики микрообъектов. Минимальный размер учитываемых клеток составлял 1–3 мкм. Камеральная обработка, расчет численности и биомассы проводились в соответствии с Методическими рекомендациями... [10] и Рекомендациями Радченко и др. [11]. Идентификация таксономических групп и видового состава осуществлялась по определителям пресноводного фитопланктона [12–19]. Классификация родовых и видовых валидных названий приведена в соответствии с [algaebase.org](http://algaebase.org). [20].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего за период 2015 г. в составе фитопланктона Куликово-Курчанских лиманов было отмечено 244 вида водорослей, относящихся к 6 систематическим

отделам. Наибольшее количество видов представлено в отделе зеленых водорослей — 100 видов. Отдел диатомовых насчитывал 79 видов. Отдел цианобактерий, преобладающий по биомассе и численности, в большинстве лиманов в течение сезона представлен 29 видами. Отдел эвгленовых, типичный для эвтрофных водоемов, представляли 24 вида. Остальные группы водорослей были менее представительными и встречались эпизодически: динофлагелляты и криптофитовые — 9 видов, охрофитовые — 3 вида.

Из списка водорослей (165 видов), отмеченных в составе планктона весной 2015 г., непосредственно водорослей, развитие которых характерно только для весеннего периода, зарегистрировано только 77 видов, в составе летнего фитопланктона насчитывалось 102 вида, из них типично летних видов — 27, а осенью среди 117 видов типично осенних было 26.

Наиболее распространенными круглогодичными видами, встречаемость которых в лиманах достигала 50 %, были 16 видов, относящихся к различным таксономическим группам: цианобактерии (*Merismopedia tenuissima* Lemm., 1898, *Merismopedia punctata* Meyen, 1839, *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek & Hindák, 1988 и *Oscillatoria sp.* Vauch.); зеленые (*Monoraphidium irregulare* (G.M. Smith) Komarkova-Legnerova, 1969, *Crucigenia tetrapedia* (Kircher) Kuntze, 1898, *Tetrademus lagerheimii* M.J. Wynne & Guiry, 2016, *Tetrademus obliquus* (Turpin) M.J. Wynne, 2016, *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson, 1835, *Pediastrum duplex* Meyen, 1829, *Tetraëdron minimum* (A. Braun) Hansgirg, 1888, *Tetrastrum glabrum* (Roll.) Ahlstrom & Tiffany, 1934); эвгленовые (*Euglena viridis* Erh. (O.F. Müller), 1830) и диатомовые (*Navicula sp.*, *Cyclotella sp.*).

Осенью, вследствие сокращения объемов поступления пресной воды в лиманы и затока соленых азовоморских вод, в составе планктонного сообщества были отмечены солоноватоводные виды: *Naiadinium polonicum* (Woloszynska) S. Carty, 2014, *Amphora ovalis* var. *gracilis* (Ehrenberg) van Heurck, 1885, *Bacillaria paxillifera* (O.F. Müller) T. Marsson, 1901, *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson, 1838, *Nitzschia denticula* Grunow, 1880, *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg, 1843 и др.

Абсолютное большинство видов (94) зеленых водорослей принадлежат к порядку хлорококковых, среди которых наиболее многочисленны роды

*Scenedesmus* Meyen (21), *Pediastrum* Meyen (9), *Ankistrodesmus* Corda (10), *Tetraëdron* Kütz. Ex Korsch. (10), *Kirchneriella* Schmidle (6), остальные роды содержат по 1–5 видов. Зеленые водоросли относятся к пресноводному комплексу видов, наибольшее значение из них в планктоне имеют галофильные формы: *Scenedesmus quadricauda*, *Tetrademus obliquus*, *T. lagerheimii*, *Closteriopsis longissima* Lemm., 1899, *Actinastrum hantzschii* Lagerh., 1882, *Coelastrum microporum* Nägeliin A. Braun, 1855, *Oocystis lacustris* Chodat., 1897 и др. Несмотря на то, что в течение сезона в планктоне присутствуют стенотермные и эвритермные виды, массовое развитие зеленых водорослей приурочено преимущественно к летнему сезону.

Отдел диатомовых водорослей (79 видов) — это представители преимущественно весеннего и осеннего сезона. В составе планктона этого отдела водорослей наиболее многочисленны роды *Nitzschia* (16 видов), *Cymbella* (7), *Surirella* (6), *Navicula* (5), остальные роды содержат по 1–4 вида. В доминирующий диатомовый комплекс входят *Nitzschia acicularis* (Kützing) W. Smith, 1853, *Tryblionella apiculata* W. Gregory 1857, *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère, *Pinnularia viridis*, *Cyclotella sp.* (Kütz.), *Fragilaria capucina* Desmazières, 1830. Наибольшее видовое разнообразие отмечается в осенний период за счет обилия холодолюбивых форм.

По числу видов цианобактерии в альгоценозе лиманов занимают третье место и представлены 29 видами и разновидностями. Наиболее широко представлены роды *Microcystis* (6), *Anabaena* (4), *Merismopedia* (4), *Gloeocapsa* (4). Массовыми формами являются *Doli chospermum flosaquae* (Brébissonex Bor net & Flahault) P. Wacklin, L. Hoffmann & J. Komárek, 2009, *Merismopedia tenuissima*, *M. punctata*, *Snowella lacustris*, *Oscillatoria sp.* Максимум развития цианобактерий приходится на весенне-летние месяцы в связи с прогревом воды до 24–26 °С.

Эвгленовые водоросли (24 вида) принадлежат к одному классу эвгленовых (*Euglenophyceae*). Наиболее разнообразны роды *Trachelomonas* (9 таксонов), *Euglena* (8) и *Phacus* (5). Среди водорослей этой группы хорошо выражена сезонная изменчивость видов в фитоценозе. Наиболее распространенными, вегетировавшими в течение всего сезона, были 5 видов: *Trachelomonas intermedia* Dang., 1902, *Trachelomonas volvocina* Ehr., 1834, *Euglena viridis*, *Lepocinclis acus* (O.F. Müller) B. Marin & Melkonian,

2003, *Monomorphina pyrum* (Erh.) Mereschk., 1877, *Phacus* sp. Остальные представители эвгленовых встречаются в небольших лиманах, богатых органикой, и локально могут давать высокие биомассы. Максимального уровня вегетации эвгленовые достигают в теплое время года в условиях высоких концентраций органического вещества.

Динофлагелляты и криптофитовые водоросли в лиманах немногочисленны, их состав насчитывает 9 видов. Максимум их развития приходится на летне-осенний период. В условиях лиманов динофлагелляты массового цветения, как правило, не достигают. Наибольший вклад в планктон из динофлагеллят вносит род *Glenodinium*.

В состав охрофитовых (Ochrophyta) водорослей входит 3 вида: *Tribonema vulgare* Pascher 1925, *Heterothrix quadrata* (Pasch) Pascher 1939, *Dinobryon divergens* O.E. Imhof, 1887. Водоросли этого отдела в планктоне лиманов встречаются единично в течение всего сезона и не имеют существенного значения в альгоценозе.

Среднегодовая численность фитопланктона в лиманах Куликово-Курчанской группы составляла 8580,5 млн кл./м<sup>3</sup>, варьируя от 12425,6 млн кл./м<sup>3</sup> весной до 4177,9 млн кл./м<sup>3</sup> осенью. Биомасса фитопланктона в среднем по району исследований составляла 2923,6 мг/м<sup>3</sup> (от 4285,06 мг/м<sup>3</sup> весной до 1764,70 мг/м<sup>3</sup> осенью). Весной в составе фитопланктона преобладали зеленые водоросли (7624,9 млн кл./м<sup>3</sup>), по биомассе — диатомовые (1154,83 мг/м<sup>3</sup>), субдоминирующими были цианобактерии (2453,7 млн кл./м<sup>3</sup>), интенсивность развития которых сдерживалась нижним порогом температурного режима воды (16,3 °C). В августе, в сравнении с весенними показателями, численность и биомасса значительно снизились (9137,9 млн кл./м<sup>3</sup> и 2721,04 мг/м<sup>3</sup>, соответственно), с прогревом воды до 24–26 °C доминирующую позицию в составе планктона заняли цианобактерии. Осенью, с понижением температуры воды до 10,9–9,3 °C, уровень развития фитопланктона достиг минимума по биомассе (1764,70 мг/м<sup>3</sup>). Несмотря на то, что цианобактерии занимали лидирующее положение, с понижением температуры воды экологическую нишу в фитопланктоне постепенно заполняли диатомовые (таблица).

В сезонном аспекте вклад в суммарную численность зеленых водорослей и цианобактерий в фитопланктоне был определяющим и составил 39,0 и 44,3 %, с доминирующей долей зеленых водорослей весной (61,4 %) и цианобактерий летом

(62,1 %), доля диатомовых в среднем достигала 15,5 % (6,6–27,5 %). Основной вклад в суммарную биомассу внесли 5 таксономических групп фитопланктона с небольшим преобладанием цианобактерий (30,2 %), максимум которых отмечен в летний период (42,6 %). Вклад в биомассу диатомовых водорослей составил в среднем 22,3 %, с максимумом осенью в условиях снижения температуры воды (рис. 1а, б).

*Сезонное распределение количественных и качественных показателей фитопланктона в отдельных лиманах*

**Весна.** Несмотря на интенсивность развития весеннего фитопланктона в пределах отдельных водоемов, показатели численности и биомассы имели значительные колебания, что, вероятно, связано с различными гидрологическими условиями и стадиями сукцессии сообщества, отслеживаемыми в период съемок. Практически во всех лиманах по численности преобладали зеленые, цианобактерии и диатомовые водоросли. Наибольший вклад в общую численность планктона (61,4 %) внесли зеленые водоросли, с максимумом в л. Большой Червонный (88,8 %), где основная доля в общую численность пришлась на *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová, 1969, составивший 70,5 % численности зеленых водорослей (16689,7 млн кл./м<sup>3</sup>) в лимане.

В л. Большой Баштовый преобладали цианобактерии (45,6 %) с доминирующими видами *Merismopedia tenuissima* и *Phormidium* sp., которые составили, соответственно, 47,3 и 43,5 % общей численности цианобактерий (2693,3 млн кл./м<sup>3</sup>) в лимане. Вклад зеленых в общую численность был ниже — 36,0 %, в планктоне преобладал *Ankistrodesmus arcuatus* Korsch., 1953.

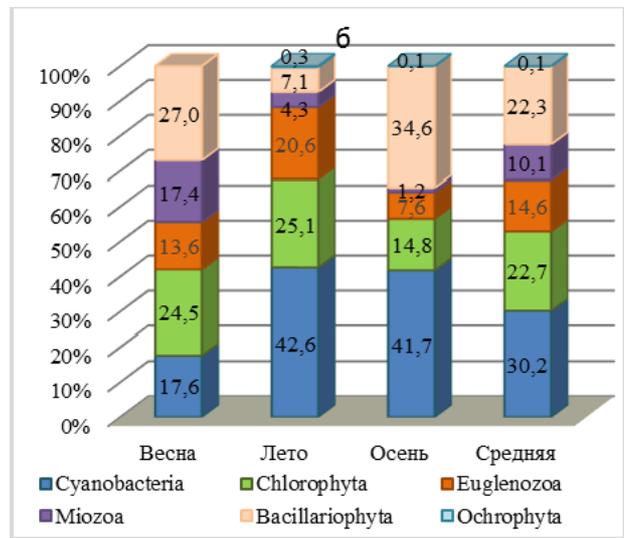
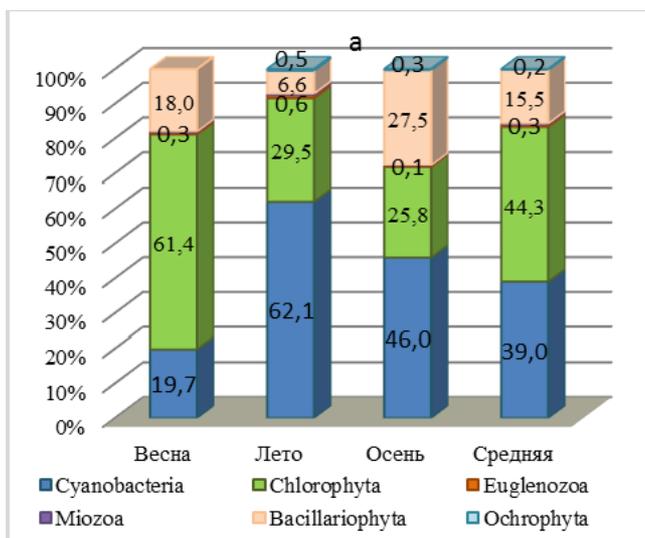
Вклад диатомовых в среднюю численность был относительно низким (18,0 %), с максимумом в л. Дончиков (40,0 %), где преобладала *Nitzschia acicularis*, составлявшая 85,4 % численности диатомовых в лимане (6462,4 млн кл./м<sup>3</sup>).

Доля эвгленовых, динофлагеллят и охрофитовых водорослей в общей численности фитопланктона в совокупности не превышала 1 % (рис. 2а).

Вклад в биомассу весеннего планктона основных таксономических групп в среднем был относительно равномерным, с небольшим преобладанием диатомовых водорослей. Исключение составляет лиман Большой Червонный, имеющий опосредованную связь с Азовским морем, где доминирующими по биомассе являлись динофлагелляты (61,8 %).

Сезонные показатели развития фитопланктона в Куликово-Курчанской группе лиманов в 2015  
 Seasonal indices of phytoplankton development in the Kulikov-Kurchansky group of limans in 2015

Таксономические группы Taxonomic groups	Весна Spring	Лето Summer	Осень Autumn	Средняя Average	Весна Spring	Лето Summer	Осень Autumn	Средняя Average
	млн кл./м <sup>3</sup> / mln cells/m <sup>3</sup>				мг/м <sup>3</sup> / mg/m <sup>3</sup>			
Сyanobacteria	2453,7	5670,7	1920,4	<b>3348,3</b>	754,08	1158,74	736,23	<b>883,0</b>
Chlorophyta	7624,9	2699,7	1077,8	<b>3800,8</b>	1047,53	683,81	260,33	<b>663,9</b>
Euglenozoa	71,6	70,7	15,4	<b>52,6</b>	582,35	559,74	134,05	<b>425,4</b>
Miozoa (Dinoflagellata)	31,6	51,1	4,0	<b>28,9</b>	745,45	116,9	21,65	<b>294,7</b>
Bacillariophyta	2242,8	604,4	1149,1	<b>1332,1</b>	1154,83	193,8	609,87	<b>652,8</b>
Ochrophyta (Chrysophyceae)	1	41,3	11,2	<b>17,8</b>	0,82	8,06	2,58	<b>11,46</b>
Итого / Total	12425,6	9137,9	4177,9	<b>8580,5</b>	4285,06	2721,04	<b>1764,70</b>	<b>2923,6</b>



**Рис. 1.** Сезонная численность (1а, %) и биомасса (1б, %) таксономических групп фитопланктона Куликово-Курчанских лиманов в 2015 г.

**Fig. 1.** Seasonal abundance (1a, %) and biomass (1b, %) of phytoplankton taxonomic groups from Kulikov-Kurchansky limans in 2015

Доля диатомовых в общей биомассе водорослей в лиманах (4285,06 мг/м<sup>3</sup>) в среднем составляла 27,0 %, с минимумом в л. Большой Червонный (3,4 %) и максимумом в л. Дончиков (45,8 %), где преобладала *Nitzschia acicularis* (59,8 % от биомассы диатомей в лимане).

Несмотря на высокую долю зеленых водорослей в общей численности (61,4 %), общий их вклад в биомассу был на уровне 24,4 %, так как в основной массе они представлены мелкими клетками средним объемом 137,3 мкм<sup>3</sup>.

При низкой доле эвгленовых водорослей в общей численности (0,3 %) за счет большого объема клеток (средний объем равен 8919,9 мкм<sup>3</sup>, максимальный достигал 115490 мкм<sup>3</sup>) их вклад в биомассу в среднем составил 13,6 %, наиболее

высокие показатели отмечались в л. Большой Грущаный (41,5 %) и обеспечивались *Trachelomonas rotunda* Svirenko, 1914, средним объемом клеток 31177,0 мкм<sup>3</sup>.

Вклад динофлагеллят и криптофитовых водорослей в общую биомассу в среднем достигал 17,4 % и обеспечивался крупными клетками рода *Glenodinium* объемом 23590,2 мкм<sup>3</sup>. Максимальный вклад динофлагеллят в общую биомассу отмечен в л. Большой Червонный с доминирующей формой *Peridiniopsis quadridens* (Stein) Bourrelly, 1968, составившей 82,0 % от общей биомассы динофлагеллят в лимане (3465,96 мг/м<sup>3</sup>).

Доля охрофитовых водорослей в суммарной биомассе была незначительной и не превышала 0,02 % (рис. 2б).

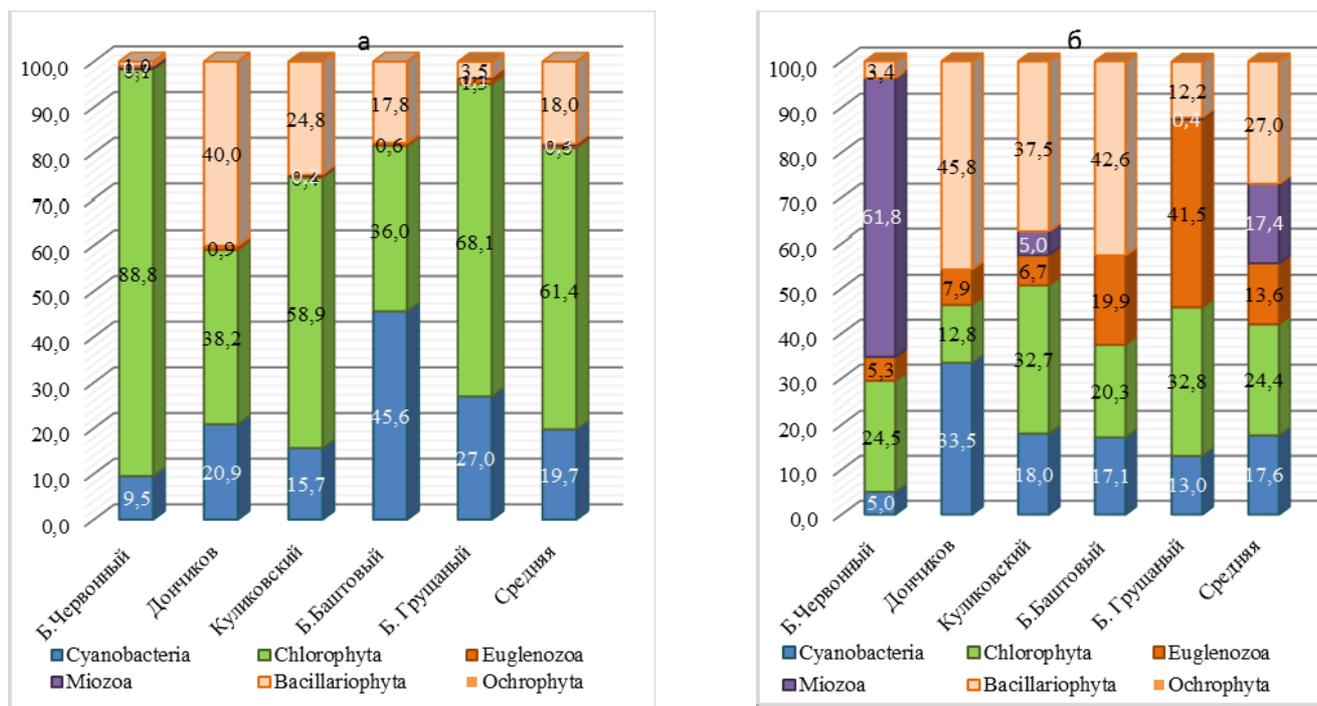


Рис. 2. Вклад таксономических групп фитопланктона в общую численность (2а, %) и общую биомассу (2б, %) в лиманах Куликово-Курчанской группы весной 2015 г.

Fig. 2. Contribution of phytoplankton taxonomic groups into total abundance (2a, %) and total biomass (2b, %) in the limans of the Kulikov-Kurchansky group in spring, 2015

**Лето.** В летний период в планктоне преобладали две таксономические группы водорослей. Неоднородность их развития в пределах отдельных лиманов практически не выражена, в общей численности доля доминирующих цианобактерий по сравнению с весенними показателями (19,4 %) возросла до 62,1 %, доля зеленых снизилась с 64,1 до 29,5 %, а холодолюбивых диатомовых — с 18,0 % весной до 6,6 %.

Наиболее многочисленными среди цианобактерий были *Merismopedia tenuissima*, *Merismopedia punctata*, *Merismopedia sp.*, составившие 74,1 % от общей численности в этот период года (5670,7 млн кл./м<sup>3</sup>). Наиболее высокая доля цианобактерий в планктоне отмечена в л. Куликовский (70,1 %), где основной вклад в численность внесла *Merismopedia tenuissima* — 64,2 % от численности цианобактерий в лимане (8960,0 млн кл./м<sup>3</sup>).

Доля зеленых водорослей в общей численности (2699,7 млн кл./м<sup>3</sup>) в среднем составляла 29,5 %, с минимумом в л. Куликовский (17,6 %) и максимумом — в л. Большой Баштовый (52,6 %), где значительный вклад в численность внесли мелкие формы (32–107 мкм<sup>3</sup>) *Scenedesmus quadricauda* и *Desmodesmus protuberans* (F.E. Fritsch & M.F. Rich) E. Hegewald, 2000.

Доля холодолюбивых диатомовых летом снизилась с 18,05 % (весенние показатели) до 6,61 %, мак-

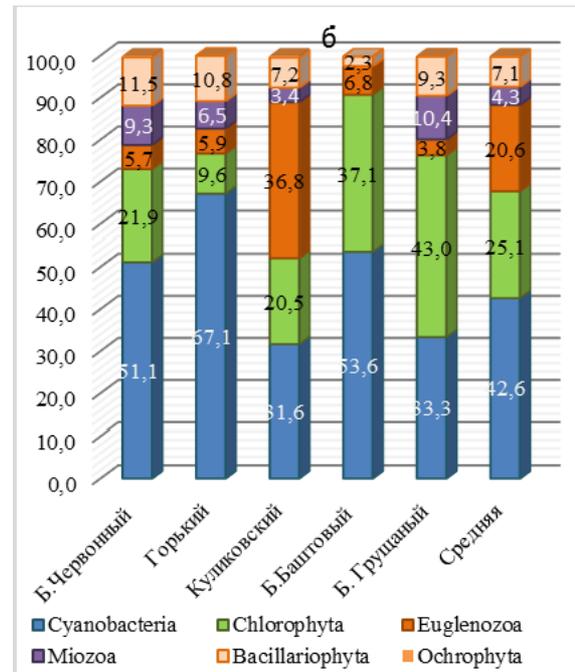
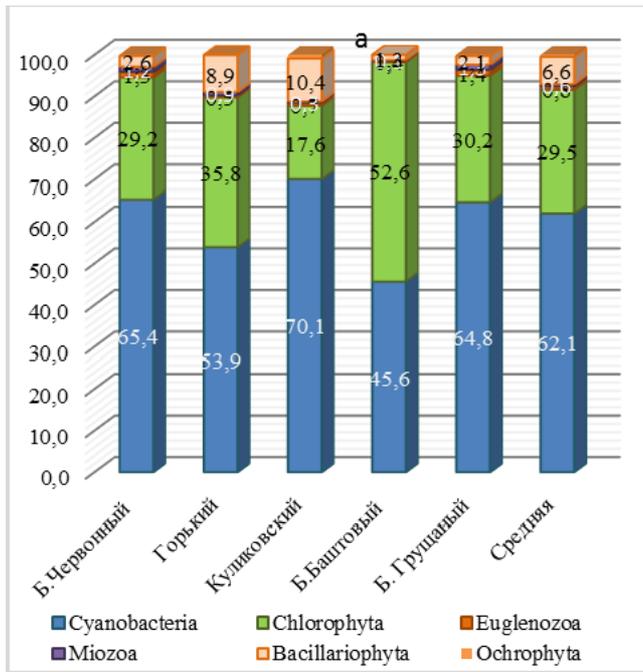
симум отмечен в Куликовском лимане (10,4 %) с преобладающими формами *Cyclotella sp.* (25,0 %), *Melosira lineata* (Dillwyn) C. Agardh, 1824 (47,6 %) в общей численности диатомовых (193,8 млн кл./м<sup>3</sup>).

Вклад эвгленовых водорослей в общую численность был незначительно выше, чем в весенние месяцы (0,8 %), с максимумом в л. Большой Червонный (10,4 %), где в планктоне численно преобладали крупные клетки *Lepocinclis acus*, *Euglena viridis* и небольшие формы *Trachelomonas sp.*

Доля динофлагеллят и охрофитовых, в общем, не превышала (1,1 %). Основу численности формировали небольшие клетки (объемом 2280 мкм<sup>3</sup>) *Naiadinium polonicum* (Woloszynska) S. Carty, 2014 и *Nusuttodinium aeruginosum* (F. Stein) Y. Takano & T. Horiguchi, 2012. Охрофитовые водоросли были представлены *Dinobryon sp.* (рис. 3а).

Летом по биомассе в лиманах также доминировали цианофитовые (42,6 %), с максимумами в лиманах Большой Баштовый и Большой Червонный 53,6 и 67,1 %, соответственно. Наибольший вклад в биомассу внесла *Snowella lacustris*, доля которой в планктоне в среднем была равна 41,0 %, с максимумом в л. Большой Червонный.

Доля зеленых в среднем составляла 25,1 %, с максимумом в л. Большой Грущаный (43,0 %), по биомассе в планктоне доминировали различные виды



**Рис. 3.** Вклад таксономических групп фитопланктона в общую численность (3а, %) и общую биомассу (3б, %) в лиманах Куликово-Курчанской группы летом 2015 г.

**Fig. 3.** Contribution of phytoplankton taxonomic groups into total abundance (3a, %) and total biomass (3b, %) in the limans of the Kulikov-Kurchansky group in summer, 2015

*Dictyosphaerium* и *Coelastrum*, составившие в сумме 46,8 % от средней численности зеленых водорослей.

Вклад эвгленовых водорослей в среднем составлял 20,6 % от биомассы фитопланктона, с минимальными показателями в л. Большой Грущаный и максимальными в л. Куликовский. В планктоне преобладали *Lepocinclis acus*, *Euglena viridis* и *Trachelomonas sp.*

Вклад динофлагеллят (*Naiadinium polonicum* и *Nusuttodinium aeruginosum*) в общую биомассу в среднем не превышал 4,3 %, с максимумом в л. Большой Грущаный. Вклад в общую биомассу охрофитовых водорослей был менее 0,01 % (рис. 3б).

**Осень.** Осенний период характеризовался повышенным температурным фоном водной толщи (до 19,4 °С), снизившимся в конце октября до 10,2 °С. Кроме того, отмечен сильный заток азовоморских вод, повысивший уровень солености в отдельных лиманах до 3–5 ‰, что повлияло на структуру видового состава фитопланктона и распределение таксономических групп в пределах лиманов в зависимости от их удаленности от морских гирл. При таких условиях в лиманах продолжалось развитие теплолюбивых и эвритермных форм пресноводных и солоноватоводных видов. Численность водорослей в

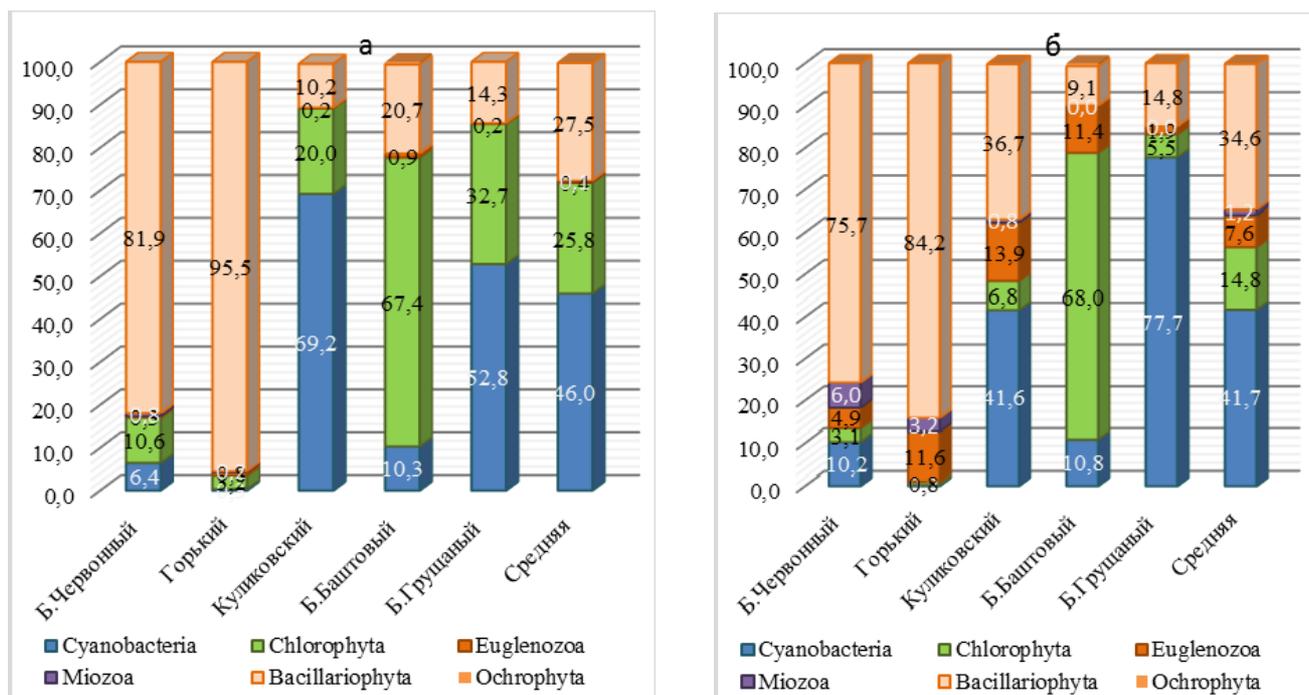
лиманах в среднем составляла 4177,9 млн кл./м<sup>3</sup> (показатели варьировали от 1550,9 до 9994,5 млн кл./м<sup>3</sup>). Доля цианобактерий в численности фитоценоза была по-прежнему высокой и в среднем составила 46,0 %, с максимумом в Куликовском лимане (69,2 %); в осеннем планктоне повсеместно доминировала *Merismopedia tenuissima*.

По мере удаления лиманов от влияния морских вод, в планктоне увеличивалась численность зеленых водорослей: с 0,3 и 10,6 % в л. Горький и л. Большой Червоный до 20,0–67,4 % в остальных лиманах Куликово-Курчанской группы.

Диатомовые водоросли в среднем по группе лиманов составляли 27,5 % от общей численности, а в лиманах Большой Червоный и Горький, наиболее близко расположенных к Темрюкскому заливу Азовского моря, их доля в общей численности планктона возросла до 95,51 и 81,95 %, за счет представителей рода *Fragilaria*.

Вклад эвгленовых водорослей в численность снизился до 0,4 %. Общий вклад динофлагеллят и охрофитовых водорослей в общую численность в сумме не превышал 0,3 % (рис. 4а).

Средняя биомасса по району исследований в осенний период снизилась до 1764,7 мг/м<sup>3</sup>, с колебаниями от 885,68 до 3447,33 мг/м<sup>3</sup>.



**Рис. 4.** Вклад таксономических групп фитопланктона в общую численность (4а, %) и общую биомассу (4б, %) в лиманах Куликово-Курчанской группы осенью 2015 г.

**Fig. 4.** Contribution of phytoplankton taxonomic groups into total abundance (4a, %) and total biomass (4b, %) in the limans of the Kulikov-Kurchansky group in autumn, 2015

Доля цианобактерий по биомассе в среднем составляла 41,7 %, с максимумом в л. Большой Грущаный и доминирующими формами *Snowella lacustris*, *Merismopedia tenuissima*, *Pseudanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek, 1974. Вклад диатомовых в численность в среднем составлял 34,6 %. Наиболее высокая доля биомассы диатомовых в планктоне отмечена в лиманах Горький (84,2 %) и Большой Червоный (75,7 %), где доминирующими были виды рода *Fragilaria* и *Ulnaria*.

Биомасса зеленых водорослей в лиманах развивалась локально с максимумом в л. Большой Баштовый (68 %). Доля биомассы эвгленовых повсеместно снизилась в среднем до 7,6 %, с более высокими показателями в л. Куликовский (рис. 4б).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таксономическое разнообразие сообщества микроводорослей Куликово-Курчанских лиманов в 2015 г. представлено 244 видами водорослей, относящихся к 7 систематическим отделам, в т. ч. зеленых водорослей — 100 видов, диатомовых — 79, цианобактерий — 29, эвгленовых — 24, динофлагеллят и криптофитовых — 9, охрофитовых — 3 вида, из них золотистых — 1 вид.

Среднегодовая численность фитопланктона в лиманах Куликово-Курчанской группы составляла 8580,5 млн кл./м<sup>3</sup> (показатели варьировали от 12425,6 млн кл./м<sup>3</sup> весной до 4177,9 млн кл./м<sup>3</sup> осенью). Биомасса фитопланктона в среднем по району исследований составляла 2923,6 мг/м<sup>3</sup> (от 4285,06 мг/м<sup>3</sup> весной до 1764,70 мг/м<sup>3</sup> осенью).

Полученные данные о видовом составе фитопланктона, его численности и биомассе в лиманах Куликово-Курчанской группы в 2015 г. свидетельствуют о высокой вариабельности показателей в пределах рассматриваемой группы лиманов как в пространственном, так и в сезонном аспекте. Высокие уровни численности и биомассы микроводорослей в водоемах, наблюдаемые в течение биологического года, позволяют констатировать, что они продолжают оставаться высокопродуктивными эвтрофными водоемами в течение всего вегетационного периода.

Результаты гидробиологических исследований могут быть использованы для пополнения базы данных контролируемых факторов среды, включая сообщества гидробионтов, в Куликово-Курчанской группе лиманов с учетом сезонной изменчивости структуры фитоценов, а также оценки экологического фона водоемов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нагалеvский Ю.Я., Чуприна С.Г. Эволюция Кубанских дельтовых лиманов в XIX–XXI столетиях // География: Проблемы науки и образования. LXIII Герценовские чтения : матер. ежегодной междунар. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург, 22–24 апреля 2010 г.). СПб: Полиграф-ресурс, 2010. С. 401–403.
2. Нагалеvский Э.Ю., Нагалеvский Ю.Я., Елецкий Ю.Б. Куликово-Курчанская система лиманов. Гидрография и условия водообмена // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2014. № 12. С. 46–51.
3. Арнольди В.И. Очерк водорослей приазовских лиманов // Труды Кубано-Черноморского научно-исследовательского института. Краснодар: Изд-во КЧНИИ, 1928. Вып. 57. 16 с.
4. Киселев И.А. К флоре водорослей приазовских лиманов // Труды VI совещания по проблемам биологии внутренних вод. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 87–92.
5. Губина Г.С. Влияние солености воды на фитопланктон кубанских лиманов // Тр. ВНИРО. 1974. Т. 103. С. 67–74.
6. Губина Г.С. Фитопланктон Ахтарско-Гривенских лиманов // Тр. АзНИИРХ. 1966. Вып. 9. С. 33–39.
7. Троицкий С.К., Харин Н.Н. Биологическая и рыбохозяйственная классификация кубанских лиманов // Тр. АзНИИРХ. 1960. Вып. 1. С. 27–31.
8. Корпакова И.Г., Афанасьев Д.Ф., Барабашин Т.О., Цыбульский И.Е., Белова Л.В., Налетова Л.Ю., Бычкова М.В. Гидробиологические особенности лиманно-плавневой зоны Темрюкского залива Азовского моря // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2007. Вып. 9. С. 69–75.
9. Москул Г.А., Коваленко Ю.И., Пашинова Н.А., Болкунов О.А. Современное состояние и перспективы рыбохозяйственного использования азово-кубанских лиманов // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : матер. VII Междунар. конф. (г. Керчь, 20–23 июня 2012 г.). Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2012. С. 68–76.
10. Лаврентьева Г.М., Бульон В.В. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция / Под ред. Ю.А. Барулина. Л.: Изд-во ГосНИОРХ, изд-во ЗИН АН СССР, 1984. 32 с.
11. Радченко И.Г., Капков В.И., Федоров В.Д. Практическое руководство по сбору и анализу проб морского фитопланктона. М.: Мордвинцев, 2010. 60 с.
12. Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли планктона Азовского моря. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 190 с.
13. Косинская Е.К. Флора споровых растений СССР. Десмидиевые водоросли. Л.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 5, вып. 1. 704 с.
14. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 1–14 / Под общей ред. М.М. Голлербах. Л.: Наука, 1954–1983.
15. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. К.: Наукова думка, 1990. 205 с.
16. Киселев И.А. Панцирные жгутиконосцы (Dinoflagellata) морей и пресных вод. Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 280 с.
17. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шекунова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 619 с.
18. Коршиков О.А. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. К.: Изд-во АН УССР, 1953. Т. 5. 438 с.
19. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 651 с.
20. Algae Base is a global algal database of taxonomic, nomenclatural and distributional information. URL: <http://www.algaebase.org> (дата обращения 23.07.2018).

## REFERENCES

1. Nagalevskiy Yu.Ya., Chuprin a S.G. Evolyutsiya Kubanskikh del'tovykh limanov v XIX–XXI stoletiyakh [Evolution of the Kuban estuarine limans in the 19<sup>th</sup>–21<sup>st</sup> centuries]. In : *Geografiya: Problemy nauki i obrazovaniya. LXIII Gertsinovskie chteniya. Materialy ezhegodnoy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Geography: Scientific and Educational Matters. The 53<sup>rd</sup> Herzen's Readings. Proceedings of the Annual International Research and Practical Conference (Saint Petersburg, 22–24 April, 2010)]. Saint Petersburg: Poligraf-resurs [Polygraph Resource], 2010, pp. 401–403. (In Russian).
2. Nagalevskiy E.Yu., Nagalevskiy Yu.Ya., Eletskiy Yu.B. Kulikovo-Kurchanskaya sistema limanov. Gidrografiya i usloviya vodoobmena [Kulikov-Kurchanskaya system of limans. Hydrography and conditions of water cycle]. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in oil and gas complex], 2014, no. 12, pp. 46–51. (In Russian).
3. Arnoldi V.I. Ocherk vodorosley priazovskikh limanov [Short review of algae in the limans of the Azov Region]. In: *Trudy Kubano-Chernomorskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta* [Scientific papers of Kuban-Black Sea Scientific Research Institute]. Krasnodar: KBSSRI Publ., 1928, issue 57, 16 p. (In Russian).
4. Kiselev I.A. K flore vodorosley priasovskikh limanov [Algae in brackish lagoons of the Azov Region]. In: *Trudy VI soveshchaniy po problemam biologii vnutrennikh vod* [Proceedings of the 6<sup>th</sup> meeting on the problems of inland water biology problems]. Moscow-Leningrad: AS of the USSR Publ., 1959, pp. 87–92. (In Russian).

5. Gubina G.S. Vliyanie solenosti vody na fitoplankton kubanskikh limanov [Effects of water salinity on the phytoplankton of the Kuban limans]. *Trudy VNIRO [VNIRO Proceedings]*, 1974, vol. 103, pp. 67–74. (In Russian).
6. Gubina G.S. Fitoplankton Akhtarsko-Grivenskikh limanov [Phytoplankton of the Akhtar-Grivensky limans]. *Trudy AzNIIRKH [AzNIIRKH Proceedings]*, 1966, issue 9, pp 33–39. (In Russian).
7. Troitskiy S.K., Kharchin N.N. Biologicheskaya i rybokhozyaystvennaya klassifikatsiya kubanskikh limanov [Biological and fisheries classifications of the limans of the Kuban Region]. *Trudy AzNIIRKH [AzNIIRKH Proceedings]*, 1960, issue 1, pp. 27–31. (In Russian).
8. Korpakova I.G., Afanas'ev D.F., Barabashin T.O., Tsybul'skiy I.E., Belova L.V., Naletova L.Yu., Bychkova M.V. Gidrobiologicheskie osobennosti limanov oplavnevoy zony Temryuk'skogo zaliva Azovskogo morya [Hydrobiological features of estuaries and flooded areas of the Sea of Azov Temryuk Bay]. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse [Environmental protection in oil and gas complex]*, 2007, issue 9, pp. 69–75. (In Russian).
9. Moskul G.A., Kovalenko U.I., Pashinova N.A., Bolkunov O.A. Sovremennoe sostoyaniye i perspektivy rybokhozyaystvennogo ispol'zovaniya azovo-kubanskikh limanov [Current state and prospects of fishery use of the Azov-Kuban lagoons]. In: *Sovremennye rybokhozyaystvennyye i ekologicheskiye problemy Azovo-Chernomorskogo regiona: Materialy VII Mezhdunarodnoy konferentsii (g. Kerch', 20–23 iyunya 2012 g.) [Current fishery and environmental problems of the Azov-Black Sea Region. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference (Kerch, 20–23 June, 2012)]*. Kerch: YugNIRO Publ., 2012, pp. 68–76. (In Russian).
10. Lavrenko G.M., Bul'on V.V. Metodicheskiye rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh. Fitoplankton i ego produktsiya [Methodical recommendations for the collection and processing of materials in hydrobiological research on freshwater reservoirs. Phytoplankton and its products]. Yu.A. Barulin. (Ed.). Leningrad: GosNIORKH [Berg State Research Institute on Lake and River Fisheries] Publ., Zoological Institute of RAS Publ., 1984, 32 p. (In Russian).
11. Radchenko I.G., Kapkov V.I., Fedorov V.D. Prakticheskoe rukovodstvo po sboru i analizu prob morskogo phytoplanktona [Practical guide for collecting and analyzing samples of marine phytoplankton]. Moscow: Mordvintsev, 2010, 60 p. (In Russian).
12. Proshkina-Lavrenko A.I. Diatomovyye vodorosli planktona Azovskogo morya [Diatom plankton of the Sea of Azov]. Moscow-Leningrad: AS of the USSR Publ., 1963, 190 p. (In Russian).
13. Kosinskaya E.K. Flora sporovykh rasteniy SSSR. Desmidiyevyye vodorosli [Desmidiaceae. The flora of spore plants of the USSR]. Leningrad: AS of the USSR Publ., 1960, vol. 5, issue 1, 704 p. (In Russian).
14. Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR [Identification key to freshwater algae of the Soviet Union]. M.M. Gollerbakh. (Ed.). Leningrad: Nauka [Science], 1954–1983, issues 1–14. (In Russian).
15. Tsarenko P.M. Kratkiy opredelitel' khlorokokkovykh vodorosley Ukrain'skoy SSR [Brief identification manual of chlorococcal algae of Ukrainian SSR]. Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1990, 205 p. (In Russian).
16. Kiselev I.A. Pansirnyye zhgutikonostsy (Dinoflagellata) morey i presnykh vod [Dinoflagellates (Dinoflagellata) of seas and fresh waters]. Leningrad: AS of the USSR Publ., 1959, 280 p. (In Russian).
17. Zabelina M.M., Kiselev I.A., Proshkina-Lavrenko A.I., Shekunova V.S. Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR. Vyp. 4. Diatomovyye vodorosli [Identification key to freshwater algae of the Soviet Union. Issue 4. Diatoms]. Moscow: AS of the USSR Publ., 1951, 619 p. (In Russian).
18. Korshikov O.A. Vyznachnyk prisnovodnykh vodorosley Ukrayins'koy RSR [The freshwater algae of the Ukrainian SSR]. Kiev: AS of the UkrSSR Publ., 1953, vol. 5, 438 p. (In Ukrainian).
19. Gollerbakh M.M., Kosinskaya E.K., Polyanskiy V.I. Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR. Vyp. 2. Sinezelenyye vodorosli [Identification key to freshwater algae of the Soviet Union. Issue 2. Blue-green algae]. Moscow: AS of the USSR Publ., 1953, 651 p. (In Russian).
20. Algae Base is a global algal database of taxonomic, nomenclatural and distributional information. Available at: <http://www.algaebase.org> (accessed 23.07.2018).

Поступила 03.08.2018

Принята к печати 23.11.2018