

УДК 574.21 (447.60)

© Э. И. Мирненко

**ВИДЫ CHLOROCOCCALES MARCHAND НИЖНЕКАЛЬМИУССКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА Г. ДОНЕЦКА**

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: eduard_mirnenko@list.ru*

Мирненко Э. И. Виды Chlorococcales Marchand Нижнекальмиусского водохранилища г. Донецка. – В работе представлены данные о частоте встречаемости видов порядка хлорококковые водоросли в Нижнекальмиусском водохранилище г. Донецка в весенний период 2018 г. В водохранилище было определено 14 видов, которые относятся к 9 семействам, 5 подсемейством, 9 родам. Наибольшим видовым богатством характеризовались сем. Scenedesmaceae и Hydrodictyaceae, единичным видом отмечено сем. Micractiniaceae.

Ключевые слова: Chlorococcales, Нижнекальмиусское водохранилище, г. Донецк, фитопланктон.

Введение

Chlorococcales (хлорококковые водоросли) – многовидовой таксон отдела Chlorophyta зеленых водорослей, насчитывающий более 1200 видов. Эти водоросли являются важными компонентами различных экосистем, играют огромную роль в водной среде как первичные продуценты органического вещества и кислорода, используемые в качестве ценного корма для беспозвоночных животных и рыб, принимают активное участие в процессах самоочищения и формирования качества воды [1, 10]. Некоторые из них служат биоиндикаторами трофности и сапробности водоемов, культивируются и используются в качестве стимулирующих добавок в корм сельскохозяйственным животным, а также в питании человека [5, 6].

Хлорококковые водоросли представлены рядом жизненных форм, одноклеточными, колониальными или ценобиальными, свободнопарящими в толще воды (планктонными), обитающими у дна или прикрепленными к субстрату организмами. Одноклеточные формы образуют иногда скопления в виде однослойных пластинок или бесформатных конгломератов. Для клеток хлорококковых водорослей характерно большое разнообразие форм: шаровидная, овальная, эллипсоидная, веретеновидная, цилиндрическая, лимонно-, яйцо-, сердце-, почко-, месяце- или серпо-, спирале-, булаво-, трапециевидная или трех-, четырех-, пяти- до многоугольной, иногда H-образной формы. Оболочка хлорококковых водорослей крепкая, плотная, различной толщины, структуры и состава.

Поскольку Chlorococcales довольно разнообразная группа водорослей, то они заселяют различные типы водоёмов (ручьи, реки, водохранилища, озера, пруды (в том числе биологические), болота, каналы, пойменные и эфемерные водоемы) и их биотопы (нейстон, планктон, бентос, перифитон и др.). Большинство видов хлорококковых водорослей являются обитателями пресных или слабосоленоватоводных, мелких, хорошо прогреваемых, богатых биогенными веществами водоёмов, со стоячей или слабопроточной водой и лишь немногие из них встречаются в морях. Часто хлорококковые водоросли встречаются на глубине до 0,5-1,0 м и нередко имеют специальные приспособления (щетинки, шипы и т.п.) для парения в толще воды [10].

Изучение микроскопических хлорококковых водорослей длится более 180 лет. За данный период было предложено более 70-ти систем классификации данной группы водорослей, существенно отличающихся друг от друга. На современном этапе нет единого мнения о систематической структуре хлорококковых водорослей, не определена значимость отдельных признаков в систематике и существуют спорные вопросы в интерпретации видов и внутривидовых таксонов. В нашем понимании группа хлорококковых водорослей рассматривается в ранге порядка Chlorococcales, предложенного П. М. Царенко [10].

Следовательно, изучение хлорококковых водорослей является актуальным вопросом, однако сведения о видовом составе хлорококковых водорослей, их экологии,

распространении на территории Донбасса в настоящее время в научной литературе представлены не в полном объеме.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили пробы фитопланктона, которые отбирали в четырех точках Нижнекальмиусского водохранилища с марта по май 2018 г. (рис. 1).

Нижнекальмиусское водохранилище является одним из четырех водохранилищ, созданных на р. Кальмиус. Исследуемое водохранилище находится в центре г. Донецка и состоит из двух отдельных водоемов, принимающих в себя сточные воды.



Рис 1. Карта-схема расположения точек отбора проб в Нижнекальмиусском водохранилище г. Донецка

Пробы отбирали на расстоянии 1 м и более от береговой линии на глубине 40 см от поверхности в пластиковые бутылки минимальным объемом 2-3 дм³.

Сбор фитопланктона осуществляли двумя общепринятыми методами [4, 5, 7, 9]. Сгущение проб фитопланктона осуществляли фильтрованием и центрифугированием [4, 6, 8].

Для отбора и хранения проб использовали стеклянные бутылки из прозрачного бесцветного химически стойкого стекла, снабженные резиновыми или притертыми стеклянными пробками. Изучение качественного состава фитопланктона проводили в препаратах раздавленной капли с помощью светового микроскопа Primo Star (Carl Zeiss) с соблюдением правил микроскопирования. Основой определения видовой принадлежности водорослей служил сравнительно-морфологический анализ образцов. При изучении видового состава водорослей измеряли также их размеры, являющиеся важными диагностическими признаками. Для измерения микроскопических объектов (практически все виды водорослей фитопланктона) применяли окуляр-микрометр с измерительной линейкой. Микрофотографии были сделаны фотонасадкой для микроскопа Primo Star (Carl Zeiss).

Результаты и обсуждение

Отдел Chlorophyta

Подотдел Chlorophytina

Класс Chlorophyceae

Порядок Chlorococcales Marchand

Семейство Chlorococcaceae Black. et. Tansl.

Род *Chlorococcum* Menegh

Вид *C. infusionum* (Schr.) Menegh

Chlorococcum infusionum – Хлорококкум инфузионный (рис. 2). Клетки, собранные во временных плоских скоплениях неопределенной формы, от эллипсоидных до шаровидных (в зависимости от возраста). Оболочка гладкая, тонкая. Хлоропласт шаровидный, с отверстием или без него, иногда лопастный, с одним пиреноидом. Клетки в диам. (2)-4-8-12 мкм.

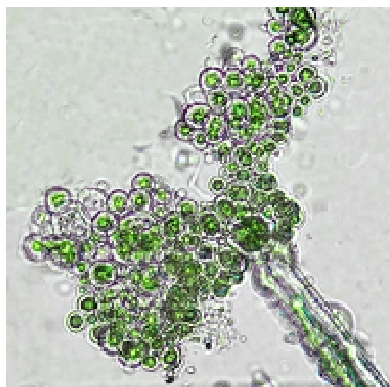


Рис. 2. *Chlorococcum infusionum*

Распространен в толще воды, у дна озер, прудов, рек, каналов, в почве, в виде бесформенных скоплений [2, 10]. Встречаемость в Нижнекальмиусском водохранилище единичная.

Семейство Characiaceae (Nag.) Wille

Подсемейство Schroederioideae

Род *Schroederia* Lemm. em. Korsch.

Вид *S. setigera* (Schrod.) Lemm.

Schroederia setigera (Schrod.) Lemm. – Шредерия щетинконосная (рис. 3). Клетки прямые или слегка изогнутые, удлинненно-веретеновидные, суженные к обоим концам в прямые, тонкие щетинки. Оболочка гладкая, тонкая. Хлоропласт пристенный, в виде выгнутой в центре пластинки, до дисковидного, с 1 реже 2 пиреноидами, одно ядро.

Распространен в толще воды прудов, карьеров, озер, рек, каналов, лиманов, пойменных водоёмов, болот [2, 9]. Встречаемость в Нижнекальмиусском водохранилище единичная.



Рис. 3. *Schroederia setigera*

Семейство Hydrodictyaceae (S.F. Gray) Durmortier

Род *Pediastrum* Meyen

Виды *P. boryanum* (Turp.) Menegh

P. tetras (Ehrenb.) Ralfs

P. duplex Meyen

Pediastrum boryanum* var. *boryanum (Turp.) Menegh – Педиаструм Бориев (рис. 4, 1). Ценобии мелкоперфорированные, 32-клеточные. Клетки отчетливо дифференцированы на наружные и внутренние, чаще всего плотно сросшиеся всеми сторонами кругами. Наружные клетки выемчатые с 2 неразветвленными, слегка зауженными к верхушке отрезками, снабженными длинными, узкими придатками в плоскости ценобия и округленной или широкоокругленной до почти отсутствующей вырезки между ними с широкозакругленными основаниями.

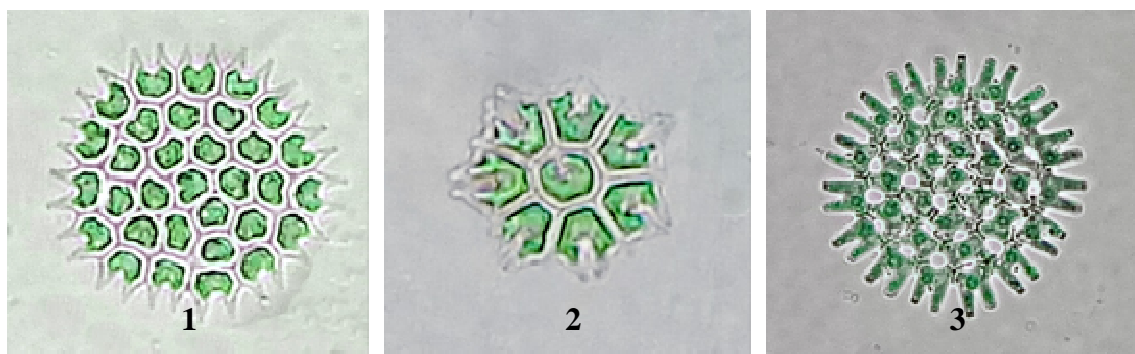


Рис. 4. Виды рода *Pediatrum*:
1 – *Pediatrum boryanum*; 2 – *Pediatrum tetras*; 3 – *Pediatrum duplex*

В различных биотопах чаще всего эвтрофных водоемов Северного Приазовья, единично – мало.

Общее распространение: все континенты.

Наиболее широко распространенная вариация вида var. *Boryanum*. Варибельным признаком является число клеток и их расположение в ценобии. С возрастом очень меняются форма клетки, её рассеченность, глубина и форма вырезки, длина отростков и придатков, а также плотность, размер, расположение и форма гранул или бородавок на оболочке. Изменчивость этого признака и систематическое соотношение указанных разновидностей требует детального изучения [3, 10]. Встречаемость в Нижнекальмиусском водохранилище низкая.

Pediatrum tetras (Ehrenb.) Ralfs – Педиаструм тетрадный (рис. 4, 2). Ценобии сплошные, иногда с мелкими отверстиями, 8-клеточные. Клетки обратнотрапезиевидные до 4-7-угольных, чаще всего полностью сросшиеся своими сторонами: наружные – разделены узкой срединной вырезкой на 2 лопасти, каждая с 2 дихотомически разветвленными срезаноконусовидными отростками и мелкими узкими придатками в плоскости ценобия, внутренние – с узкой вырезкой на переднем конце клетки, лопасти без отростков тупозакругленные. Оболочка гладкая, под световым микроскопом до гранулированной. Ценобии 15-35-(74) мкм диам., наружные клетки (4)-8-14-(18) x (5)-8-14-(18) мкм, внутренние (4)-8-11-(14) x (5)-7-11-(16) мкм.

В толще воды, у дна, на погруженных предметах различных типов. Распространен повсеместно.

Общее распространение: все континенты, кроме Антарктиды.

Один из наиболее широко распространенных видов рода *Pediatrum*, представленный разнообразными переходными формами, систематическое положение некоторых из них неоднозначно. Очень изменчивыми являются длина отростков внешних клеток, форма и глубина вырезки, особенно между отростками отдельной лопасти. Поэтому выделение самостоятельных внутривидовых таксонов на основании таких признаков не обосновано [10]. Встречаемость в Нижнекальмиусском водохранилище низкая.

Pediatrum duplex Meyen – Педиаструм двойной (рис. 4, 3). Ценобии перфорированные, 4-128-клеточные. Клетки почти однотипные, H-образные, из них наружные – с более длинными, иногда отогнутыми в разные стороны внешними неразветвленными 2 цилиндрическими или слегка зауженными к вершине отростками с придатками в плоскости ценобия, внутренние – чаще всего с одинаковыми отростками, сросшимися только отдельными местами сторон или всеми сторонами. Оболочка гладкая, пунктированная или бородавчатая, реже шиповатая до морщинистой, складчатой. Ценобии 35-198-(212) мкм диам., наружные клетки 4,5-28-(42) x 4-24 мкм, внутренние – 4-25,5-(30) x 5-23,5-(30) мкм. [10]. Встречаемость в Нижнекальмиусском водохранилище массовая.

Семейство Micractiniaceae (Brunnth.) G.M. Smith

Род *Golenkinia* Chodat

Вид *G. radiata* Chodat

Golenkinia radiata Chodat – Голенкиния лучистая (рис. 5). Клетки шаровидные, окруженные слизью, с тонкими, длинными и прямыми щетинками. Оболочка толстая. Хлоропласт колоколовидный, с 1 почковидным пиреноидом, с крахмальной оберткой только с выпуклой стороны (при полном отсутствии зерен крахмала пиреноид трудно различим). Клетки 10 мкм диам., акинеты до 20 мкм диам.; щетинки 24 мкм дл. Длина щетинок и степень развития слоя вокруг клеток – довольно вариабельные признаки и зависят от возраста клетки. В толще воды прудов, озер, водохранилищ, болот. Встречаемость – очень редко.



Рис. 5. *Golenkinia radiata* Chodat

Семейство Botryosocaceae Wille

Подсемейство Dictyosphaerioideae

Род *Dictyosphaerium* Nag.

Вид *D. pulchellum* Wood.

Dictyosphaerium pulchellum Wood. – Диктиосфериум прекрасный (рис. 6). Колонии шаровидные, овальные до бесформных, 4-64 до многоклеточных, с клетками, прикрепленными к концам тетратомически разветвленных слизистых тяжей и рыхло расположенными или почти соприкасающимися друг с другом (в зависимости от возраста колонии). Взрослые клетки шаровидные, молодые клетки автоспоры – яйцевидные, неправильно овальные, эллипсоидные до веретеновидных. Оболочка тонкая, бесцветная, гладкая. Хлоропласт пристенный, чашевидный, базальный, выстилающий 1/2-3/4 клетки, до латерального (у молодых клеток) с 1 пиреноидом. Колонии до 80-100 мкм диам., клетки (4)-5-8-(10) мкм диам., автоспоры (2,8)-4-6-(7) x (2,5)-4-5,5-(6,5) мкм.

В толще воды, у дна, на погруженных предметах стоячих или медленно текущих водоёмов, часто до массово; реже в реках с быстрым течением и болотах.



Рис. 6. Вариации вида *Dictyosphaerium pulchellum* Wood.

Общее распространение: широко распространенный вид, особенно в умеренной зоне, реже в тропиках (Южная Америка, Центральная Африка) [9]. Встречаемость в Нижнекальмиусском водохранилище средняя.

Семейство Radiococcaceae Fott ex Ком.

Подсемейство Radiococcoideae

Род *Coenococcus* Korsch.

Вид *C. planctonius* Korsch.

Coenococcus planctonicus Korschikoff – Ценококк планктонный (рис. 7). Колонии шаровидные, эллипсоидные до бесформных, 4-8 до многоклеточных, чаще всего собраны плотными группами из 4 тетрад каждая, окруженные прозрачной, неясно ограниченной слизью. Клетки шаровидные до широкоовальных (в молодом возрасте), оболочка гладкая, тонкая. Хлоропласт 1, пристенный, чашевидный до бокаловидного с ясным, большим пиреноидом в утолщенной части. Размножение (2)-4-(8) автоспорами, которые освобождаются при ослизнении оболочки материнской клетки. Клетки 5,5-8-(10) мкм диам., 4-32-клеточные колонии – 27-100 мкм диам.

В толще воды, у дна и среди обрастаний озер, прудов, рек, лиманов, каналов водохранилищ [10]. Встречаемость в Нижнекальмиусском водохранилище средняя.

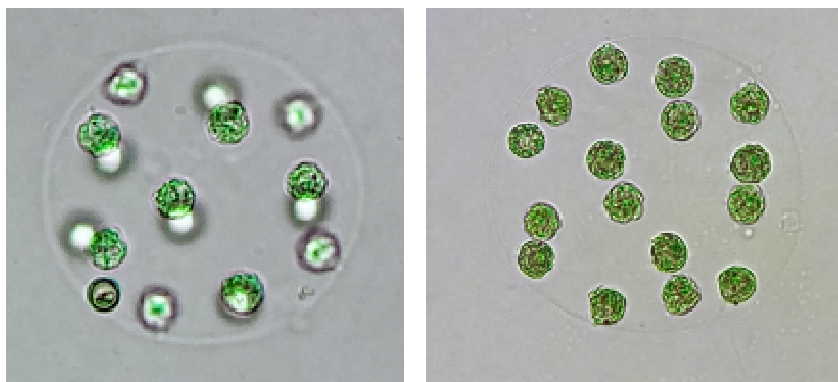


Рис. 7. *Coenococcus planctonicus* Korschikoff

Семейство Oocystaceae Vocl.

Подсемейство Oocystoideae

Род *Oocystis* A. Br.

Вид *Oocystis lacustris* Chod.

Oocystis lacustris Chodat. – Оцистис озерный (рис. 8). 4 клетки, окруженные увеличенной материнской оболочкой и слоистой оболочкой. Клетки широкоэллипсоидные, слегка асимметричные, с закругленными до тупозаостренных и неясно утолщенных полюсами. Хлоропласт 1 до 4, пристенный, корытовидный, с 1 пиреноидом. Распространён в толще воды, у дна. Общее распространение: повсеместно [3, 10]. Встречаемость редкая.

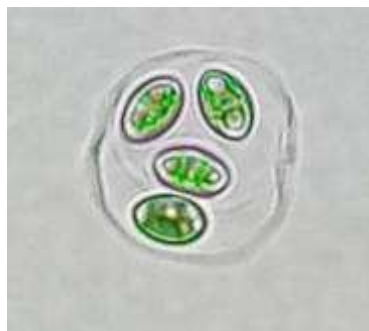


Рис. 8. Колония *Oocystis lacustris* Chod.

Семейство Coelastraceae Wille.

Род *Coelastrum* Nag.

Вид *C. micronium* Nag.

Coelastrum micronium Nageli – Целяструм мелкопористый (рис. 9). Ценобии шаровидные до кубических, из (4)-8-16-(32) клеток. Клетки шаровидные, без утолщений, соединительных отростков, размещенные отдельными слоями прямо друг над другом или сдвинуты на 45°. Оболочка гладкая, тонкая, бесцветная. Хлоропласт пристенный, с 1 пиреноидом. Ценобии 40 мкм диам., клетки 10 мкм.

В толще воды, у дна, на погруженных предметах различных типов водоемов. Общее распространение: все континенты, кроме полярных [3, 10]. Встречаемость в Нижнекальмиусском водохранилище массовая.

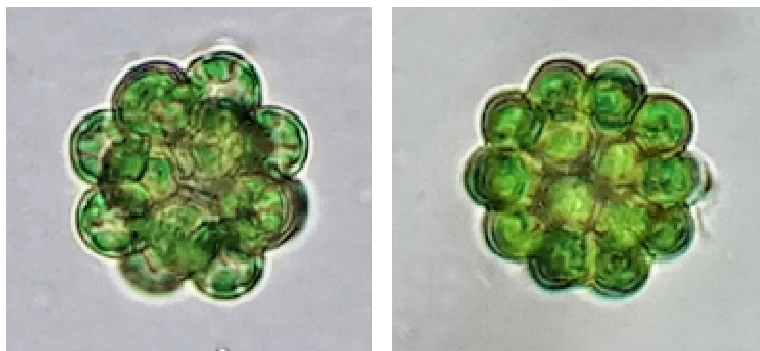


Рис. 9. *Coelastrum micronium* Nag.

Семейство Scenedesmaceae Oltmanns

Подсемейство Scenedesmoideae

Род *Scenedesmus* Mayen

S. quadricauda (Turp.) Breb.

S. bicaudatus Dedussenko

S. fackatus Chodat

Scenedesmus quadricauda (Turp.) Brebisson – Сценедесмус четыреххвостый (рис. 10, 1). Ценобии из 4 клеток, линейные, плотные. Клетки удлинено-цилиндрические, с закругленными, свободными (без покрывала) полюсами, у всех клеток линейно-симметричные изогнутые шипы, у наружных со слегка выпуклой внешней стороной. Клетки 8 x 2,1 мкм. Встречаемость в Нижнекальмиусском водохранилище массовая, вызывает «цветение».



Рис. 10. Виды рода *Scenedesmus*: 1 – *S. quadricauda* (Turp.) Breb; 2 – *S. bicaudatus* Dedussenko; 3 – *S. quadricauda* var. *abundans* (Turp.) Breb; 4 – *S. fackatus* Chodat

Scenedesmus bicaudatus Dedussenko – Сценедесмус двурогий (рис. 10, 2). Ценобии из 4 клеток, линейные, иногда слегка альтернативные, плотно соединенные. Клетки удлиненоэллипсоидные до овально-цилиндрических с широкоокругленными полюсами,

диагонально-симметричными шипами на крайних клетках. Оболочка гладкая, без каких-либо украшений. Клетки 7,8 x 2 мкм.

Scenedesmus falcatus Chodat – Сценедесмус серповидный (рис. 10, 3). Ценобии из 8 клеток, плоские, линейные или закономерно альтернативные до двурядных, костулатоидных, без слизи. Клетки удлинено веретеновидные, крайние – луновидно или серповидно изогнутые, средние – прямые, иногда слегка изогнутые, несколько меньшей длины, чем терминальные, постепенно суженные от центра к заостренным полюсам, с прямой или выпуклой внешней стороной. Клетки 18-35,5 x 3,4-9 мкм.

В толще воды, у дна, на погруженных предметах различных типов водоемов. Встречаемость в Нижнекальмиусском водохранилище частая.

Очень полиморфный по расположению клеток вид – от однорядного до закономерно альтернативного или двурядного, костулатоидного типа ценобии, что зависит от внешних условий, концентрации ионов в среде и, в целом, физиологического состояния популяции.

Выводы

В Нижнекальмиусском водохранилище в весенний период 2018 г. было определено 14 видов хлорококковых водорослей, которые относятся к 9 семействам, 5 подсемействам, 9 родам. Наибольшим видовым богатством характеризовались семейства Scenedesmaceae и Hydrodictyaceae, для них было определено по 3 вида. Единично был идентифицирован вид *Golenkinia radiata* из семейства Micractiniaceae. Встречаемость всех остальных видов имеет ступенчатый характер, их численность возрастает с марта по май.

Список литературы

1. Авакян А. Б. Водохранилища мира / [А. Б. Авакян, В. А. Шарапов, В. П. Сатланкин и др.]. – М.: Наука, 1979.
2. Алексеевский Е. Е. Водные ресурсы СССР. Проблема их эффективного использования и охраны / Е. Е. Алексеевский // Водные ресурсы. – 1972. – С. 7-24.
3. Баринова С. С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды // С. С. Баринова, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова. – Тель-Авив : Pilies Studio, 2006. – 498 с.
4. Вассер С. П. Водоросли : справочник / [С. П. Вассер, Н. В. Кондратьева, Н. П. Масюк и др.]. – К. : Наук, думка, 1989. – 608 с.
5. Константинов А. С. Общая гидробиология : уч. пос. / А. С. Константинов. – М. : Высш. шк., 1986. – 465 с.
6. Мирненко Э. И. Особенности «цветения» водоемов в городе Донецке / Э. И. Мирненко. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 93 с.
7. Мирненко Э. И. Биоиндикационные особенности прудов Кировского района города Донецка. Использование результатов исследований в учебном процессе / Э. И. Мирненко, Н. С. Захаренкова, А. В. Левченкова. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 68 с.
8. Наумчук А. Э. Роль прудов-отстойников в формировании альгофлоры г. Грузская (альгофлора и экологическое состояние) / А. Э. Наумчук, Э. И. Мирненко, Н. С. Мирненко. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 138 р.
9. Топачевский А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк. – К. : Наук. думка, 1984. – 336 с.
10. Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / П. М. Царенко. – К. : Наук. думка, 1990. – 208 с.

Mirnenko E. I. Species of Chlorococcales Marchand of Nizhnekalmius reservoir in Donetsk. – The data on incidence of species of order of chlorococcal algae in Nizhnekalmius reservoir of Donetsk in spring of 2018 are presented. There were definitely 14 species in reservoir, which belong to 9 families, 5 subfamilies and 9 genera. The greatest species wealth was characterized by this family. Scenedesmaceae and Hydrodictyaceae, a single species is noted by this family Micractiniaceae.

Key words: Chlorococcales, Nizhnekalmius reservoir, Donetsk, phytoplankton.