



Русское географическое общество
Омское региональное отделение

Б. Ф. Свириденко
Т. В. Свириденко
Ю. А. Мурашко

НИТЧАТЫЕ ЗИГНЕМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ
(ZYGNEMATALES)
ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ



Русское географическое общество
Омское региональное отделение



Б.Ф. Свириденко, Т.В. Свириденко, Ю.А. Мурашко

НИТЧАТЫЕ ЗИГНЕМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ
(ZYGNEMATALES)
ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Монография

ОМСК – 2019

УДК 582.27 (035.3)
ББК 28.591
С 286

*Печатается по решению Совета Омского регионального отделения
Русского географического общества*

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор Сургутского государственного
университета **В.П. Стариков**;
кандидат биологических наук, доцент Ишимского филиала
Тюменского государственного университета **О.Е. Токарь**

**Свириденко Б.Ф. Нитчатые зигнемовые водоросли (Zygnematales)
Западно-Сибирской равнины:** монография / Б.Ф. Свириденко,
Т.В. Свириденко, Ю.А. Мурашко; Омское региональное отделение
Русского географического общества. Омск: Изд-во Амфора, 2019.
286 с.

ISBN 978-5-906985-63-7

В монографии приведены новые данные о видовом составе, распространении и экологии нитчатых водорослей из порядка Zygnematales на Западно-Сибирской равнине. Рассмотрено отношение 40 видов к ведущим факторам гидроэкотопов: донным грунтам, глубине, цветности, общей минерализации, общей жёсткости, активной реакции воды, содержанию в воде растворимых форм тяжёлых металлов (железа, марганца, цинка) и нефтяных углеводородов. Выполнен анализ ценотической роли нитчатых зигнемовых водорослей в водных объектах региона. Установлены особенности распределения видов по ботанико-географическим зонам Западно-Сибирской равнины. Книга предназначена для ботаников, альгологов, экологов, преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и студентов биологических кафедр университетов.

Табл. 12. Ил. 16. Прил. 3. Библиогр. 235 назв.

© Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Мурашко Ю.А., 2019

Russian Geographical Society
Omsk Regional Branch

B.F. Sviridenko, T.V. Sviridenko, Yu.A. Murashko

**ZYGNEMATALES FILAMENTOUS ALGAE
OF THE WEST SIBERIAN PLAIN**

Monograph

*Published by the decision of the Council of the Omsk Regional Branch
of the Russian Geographical Society*

Reviewers:

Doctor of Biological Sciences, Professor of the Surgut State University

V.P. Starikov

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Ishim Branch
of the Tyumen State University **O.E. Tokar**

B.F. Sviridenko. Zygnematales filamentous algae of the West Siberian Plain: monograph / B.F. Sviridenko, T.V. Sviridenko, Yu.A. Murashko; Omsk Regional Branch of the Russian Geographical Society. Omsk: Amfora, 2019. 286 p.

The monograph discusses new data on the species composition, distribution, and ecology of the filamentous algae of the order Zygnematales in the West Siberian Plain. 40 species are described in relation to the major factors of aquatic ecotopes: bottom soils, depth, water color, total salt content, total hardness, water pH, levels of soluble forms of heavy metals (iron, manganese, zinc) and petroleum hydrocarbons. The coenotic role of Zygnematales in the water bodies of the region is analyzed. The species distribution across the botanical geographical zones of the West Siberian Plain is established in detail. The book is intended for botanists, algologists, ecologists, professors, scientists, Ph. D. and graduate students of university biological departments.

OMSK – 2019

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Введение</i>	5
<i>Глава 1.</i> Аннотированный список видов	17
<i>Глава 2.</i> Экологические особенности видов	99
2.1. Отношение видов к глубине воды	102
2.2. Отношение видов к грунтам	105
2.3. Отношение видов к активной реакции, общей минерализации и общей жёсткости воды	107
2.4. Отношение видов к цветности воды	118
2.5. Отношение видов к содержанию растворимых форм тяжёлых металлов в воде	120
2.6. Отношение видов к содержанию нефтязных углеводородов в воде	126
2.7. Отношение видов к трофо- сапробным условиям водной среды	129
<i>Глава 3.</i> Ценотическое значение видов	136
<i>Глава 4.</i> Зональное распределение видов	183
<i>Заключение</i>	191
<i>Список литературы</i>	201
<i>Приложение 1.</i> Микрофотографии нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины	230
<i>Приложение 2.</i> Пункты сбора образцов нитчатых зигнемовых водорослей	263
<i>Приложение 3.</i> Фотографии растительных группировок	273

ВВЕДЕНИЕ

Нитчатые водоросли из порядка Zygnematales С.Е. Bessey принадлежат к числу наиболее слабо исследованных представителей этой систематической группы в отношении их видового разнообразия, географического распространения и экологии как на территории Западно-Сибирской равнины, так и во многих других регионах Российской Федерации.

Наиболее ранние сведения о нитчатых зигнемовых водорослях Западно-Сибирской равнины были опубликованы в 1888–1889 гг. В. Козловским, изучавшим водоросли в окрестностях Томска, а также по трассе Обь-Енисейского (Кеть-Касского) канала (цит. по: Триполитова, 1928) на современной границе Томской области с Красноярским краем. В списке водорослей Алтая и Томской губернии, составленном Т.К. Триполитовой (1928), было приведено 26 видовых и внутривидовых таксонов нитчатых зигнемовых водорослей для юго-восточной части Западно-Сибирской равнины. Этот список, почти полностью основанный на материалах В. Козловского, включает 19 валидных видов: *Zygnema cruciatum* (Vaucher) C. Agardh, *Zygnema stellinum* (Vaucher) C. Agardh, *Zygnema vaucheri* C. Agardh, *Mougeotia laetevirens* (A. Braun) Wittrock, *Spirogyra crassa* (Kützing) Kützing, *Spirogyra decimina* (O.F. Müller) Dumortier, *Spirogyra densa* Kützing, *Spirogyra insignis* (Hassall) Kützing, *Spirogyra irregularis* Nägeli ex Kützing, *Spirogyra laxa* Kützing, *Spirogyra majuscula* Kützing, *Spirogyra maxima* (Hassall) Wittrock, *Spirogyra nitida* (O.F. Müller) Leiblein, *Spirogyra rivularis* (Hassall) Rabenhorst, *Spirogyra setiformis* (Roth) Martens ex Meneghini, *Spirogyra tenuissima* (Hassall) Kützing, *Spirogyra quadrata* (Hassall) P. Petit, *Spirogyra weberi* Kützing, *Sirogonium sticticum* (Smith) Kützing. Из этих видов в

стадии конъюгации Т.К. Триполитовой были обнаружены только *Spirogyra crassa* и *Sirogonium sticticum* (о наличии зигоспор не указано).

Т.А. Сафонова (1961) привела 3 вида нитчатых зигнемовых из лесотундровой зоны Ямало-Ненецкого автономного округа (долина р. Обь в районе Салехарда): *Zygnema leiospermum* De Bary, *Mougeotia elegantula* Wittrock, *Mougeotia laetevirens*.

В более поздних региональных альгологических работах зигнемовые водоросли совершенно не рассматривались или были представлены очень обобщённо. В работе по водорослям бассейна Иртыша Г.П. Андреев и др. (1963) указали 3 вида для р. Оша: *Mougeotia genuflexa* (Roth) C. Agardh, *Spirogyra crassa*, *Spirogyra porticalis* (O.F. Müller) Dumortier, тогда как для других водных объектов привели только родовые названия (*Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema*). Для низовьев Оби, Обской губы и Тазовской губы И.А. Киселёв (1970) указал только роды *Mougeotia* и *Spirogyra*. Для системы оз. Чаны в Новосибирской области Т.Г. Попова (1980) привела русские названия трёх основных родов (спирогира, зигнема, мужоция), однако в оз. Большие Чаны отметила вид *Mougeotia calcarea* (Cleve) Wittrock. В список водорослей средней части бассейна Иртыша и его притоков (в пределах Омской и Тюменской областей) О.П. Баженова (2005) включила только род *Mougeotia*. В сводке А.Ф. Лукницкой (2006) по конъюгатам севера России для Сибири (Ямал) отмечены единичные местонахождения трёх таксонов родового уровня (*Zygnema*, *Mougeotia*, *Spirogyra*) в связи с отсутствием сборов фертильных стадий. В целом же в подавляющем большинстве альгологических публикаций по территории Западно-Сибирской равнины в обширных флористических списках в лучшем случае содержится только

упоминание некоторых родовых названий, как правило, *Spirogyra*, *Zygnema*, *Mougeotia*, что подтверждает общую ограниченность имеющейся информации о нитчатых зигнемовых водорослях. Современные обзоры, посвящённые конъюгатам северных регионов России и истории их изучения, не содержат каких-либо новых данных о нитчатых представителях порядка Zygnematales рассматриваемой территории.

В то же время нитчатые зигнемовые водоросли составляют довольно обширный комплекс макроскопических организмов, представители которого широко распространены в водных объектах региона. Они нередко являются важными продуцентами первичного органического вещества и значительными средообразователями, участвующими в локальных водных объектах в формировании растительных группировок на уровне доминантов-эдификаторов наряду с другими группами макроскопических гидрофильных растений. Отсутствие современных данных о видовом составе представителей этой группы водорослей в геоботанических описаниях ценозов водной макрофитной растительности значительно снижает информационную ценность представляемых материалов, нивелирует реальное разнообразие и специфические особенности исследуемых растительных группировок, приводит к неточным результатам анализа таксономических составов флористических выборок из разных природных зон, подзон и районов Западно-Сибирской равнины. Крайне ограниченные количественные данные об экологической толерантности видов нитчатых зигнемовых водорослей к наиболее существенным факторам водной среды не позволяют привлекать эту группу для целей фитоиндикации качественного

состояния водных объектов региона и использовать эти организмы для фиторемедиации загрязнённой водной среды.

Определение нитчатых зигнемовых водорослей затруднено из-за преобладания у них стерильных стадий в течение основной части вегетационного сезона, поскольку точное определение многих видов возможно только по фертильным образцам (Рундина, 1998).

В одной из работ было отмечено, что на территории исследований популяции нитчатых зигнемовых водорослей обнаружены примерно в 28% изученных участков водных объектов. В том числе в фертильном состоянии находилось около 41% от всех обнаруженных популяций, то есть пригодный для определения видов биологический материал был получен только в 11% исследованных участков акваторий (Свириденко и др., 2012 в, д).

Виды из родов *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema* обнаружены в стерильном и фертильном состоянии во всех ботанико-географических зонах Западно-Сибирской равнины. В лесной зоне зарегистрирован в фертильном состоянии также один вид из рода *Sirogonium* Kützing и в стерильном состоянии – один вид из рода *Zygogonium* Kützing.

Сложность в изучении нитчатых зигнемовых водорослей связана также с неразработанностью методики их культивирования с целью получения фертильных стадий для последующего видового определения. Как правило, в искусственных питательных средах или в воде из природных водных объектов эти организмы сохраняются в живом состоянии всего несколько суток. В числе рекомендуемых питательных сред для культивирования нитчатых зигнемовых водорослей указывают среды Болда, Чурды, Успенского (Pringsheim, 1954; Rieth, 1961; Brown, Bold, 1964; Kadlubovska,

1984), однако даже при длительном выращивании нитчатых зигнемовых водорослей в искусственных условиях не гарантировано получение фертильных стадий.

В настоящее время ещё не создана обоснованная филогенетическая система нитчатых зигнемовых водорослей. В молекулярно-филогенетических исследованиях зигнемовые водоросли были представлены ограниченным числом видов, поэтому филогенетическая структура этой группы остается предварительной. Многие представители родов нитчатых зигнемовых водорослей отсутствуют в мировых коллекциях, в связи с чем установить их родственные связи методами молекулярно-генетического анализа в настоящее время не представляется возможным (Гончаров, 2009).

Существующие системы нитчатых зигнемовых водорослей на уровне родов и семейств полностью основаны на фенотипических признаках. Основные роды нитчатых зигнемовых водорослей в разных системах относятся либо к одному семейству *Zygnemataceae* Kützing (или *Zygnemaceae*, *Zygnemea*) (Kützing, 1843; De Bary, 1858; West, 1904; West, Fritsch, 1927; Kolkwitz, Krieger, 1941, 1944; Transeau, 1951; Kadlubovska, 1984; Дорофеев, Цэцэгмаа, 2002; Guiry, 2013), либо подразделяются по трём семействам: *Zygnemataceae* – роды *Zygnema*, *Zygogonium*, *Zygnemopsis* (Skuja) Transeau, *Hallasia* Rosenvinge, *Neozygnema* Yamagishi, *Spirogyraceae* Blackman et Tansley – роды *Spirogyra*, *Sirogonium*, *Temnogyra* I.F. Lewis, *Mougeotiaceae* Blackman et Tansley – роды *Mougeotia*, *Temnogametum* West et G.S.West, *Debarya* Wittrock, *Mougeotiella* Yamagishi, *Mougeotiopsis* Palla, *Sirocladium* Randhawa, *Lloydina* A. Ahmad et M. Goldstein (Palla, 1894; Blackman, Tansley, 1902; Рундина, 1998; Васильева-Кралина и др., 2005).

Порядок *Zygnematales* принадлежит в современных системах к классу *Conjugatophyceae* Engler (= *Zygnematophyceae* Round) (Silva, 1980). Отмечено, что название «*Conjugatophyceae*» чаще используется в Центральной Европе, тогда как название «*Zygnematophyceae*» применяют в других регионах, к тому же последнее название более широко встречается в работах, описывающих молекулярные филогенетические исследования конъюгирующих водорослей (Guiry, 2013). В отдельных публикациях порядок *Zygnematales* включают в класс *Chlorophyceae* Wille (Комаренко, Васильева, 1978; и др.).

В естественных системах, построенных на основе комплексов фенотипических признаков, класс *Conjugatophyceae* (*Zygnematophyceae*) традиционно входит в отдел *Chlorophyta* Reichenbach (Collins, 1909; Transeau, 1951; Kadlubovska, 1984; Hoshaw, McCourt, 1988; Рундина, 1998; Дорофеюк, Цэцэгмаа, 2002; Васильева-Кралина и др., 2005; Holzinger et al., 2010; Kim et al., 2012; и др.).

В новейших работах, представляющих собой попытки исследования филогенетического положения этого класса водорослей на основе методик молекулярно-генетического анализа, предлагаются глобальные, но весьма противоречивые гипотетические системы. В одних системах класс *Conjugatophyceae* вместе с некоторыми другими классами низших растений и высшими (наземными) растениями помещают в отдел *Streptophyta* C. Jeffrey (Jeffrey, 1967; Bremer, 1985; Bremer et al., 1987; Kenrick, Crane, 1997), что более подтверждает общеизвестное положение о единстве живой природы, чем как-либо способствует развитию систематики растений. Кроме того, объём таксона *Streptophyta* значительно шире, чем объём отдела. Таксон *Streptophyta* соответствует

рангу подцарства или даже царства, тогда как для его наименования применено правило создания латинского названия отдела. Подобным образом в других кладистических системах класс Conjugatophyceae вместе с классом Charophyceae Rabenhorst, а также с некоторыми другими классами водорослей и высшими растениями объединяют в отдел Charophyta Migula (Mattox, Stewart, 1984; Lewis, McCourt, 2004). Следуя такой системе, различные авторы указывают представителей нитчатых зигнемовых водорослей в отделе Charophyta или в классе Charophyceae (McCourt et al., 1995; Stancheva et al., 2012, 2016; Skinner, 2015; и др.).

Необходимо отметить, что отдел Charophyta признан многими исследователями как монотипный, содержащий единственный класс Charophyceae (Migula, 1897, 1925; Groves, Bullock-Webster, 1920–1924; Olsen, 1944; Pal et al., 1962; Dambska, 1964; Голлербах, 1977; Голлербах, Красавина, 1983), или же в некоторых системах монотипный класс Charophyceae был включён в отдел Chlorophyta (Braun, Nordstedt, 1882; Corillion, 1957; Wood, Imahori, 1964, 1965).

Безусловно, что таксономические построения, в которых нитчатые конъюгатные водоросли помещены в отделы Streptophyta или Charophyta, названия которых иногда также рассматривают как синонимы (Bettighofer, 2013), основаны на фрагментарных данных и использовании несовершенных методик оценки таксономической значимости результатов молекулярно-генетического анализа родственных связей различных групп растений. Такие таксономические построения должны критически оцениваться и перепроверяться. На основе этих методик до настоящего времени не обеспечено создание однозначно объективной филогенетической системы высших таксонов водорослей, имеющиеся результаты отражают лишь

частные представления тех или иных авторов на положение класса *Conjugatophyceae* в системе низших растений. Предлагаемые эфемерные версии филогенетических связей высших таксонов растений будут и далее трансформироваться по мере совершенствования молекулярно-генетических методов и расширения количества используемых генетических маркёров для исследования филогении растений, поэтому непереносимое следование им пока преждевременно. Включение класса *Conjugatophyceae* (*Zygnematomphyceae*) в отделы *Streptophyta* или *Charophyta* по эффективности с точки зрения систематики равнозначно включению его в царство *Plantae* (*Vegetabilia*).

В настоящей работе обобщены результаты системного изучения видового состава и экологии нитчатых зигнемовых водорослей из разнотипных водных объектов Западно-Сибирской равнины, исследованных в период с 2006 г. по 2017 г. На начальном этапе полевые работы выполнялись в Ямало-Ненецком и Ханты-Мансийском автономных округах, а также в Омской области. Более значимый материал был собран в ходе выполнения проекта «Биоиндикация качественного состояния водных объектов Западно-Сибирской равнины на основе экологических параметров гидромакрофитов» (2013 г.) и проекта *р_урал_а* № 15-44-00014 «Экологическая толерантность гидромакрофитов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и сопредельных территорий», поддержанного Российским Фондом фундаментальных исследований и Правительством Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (2015–2017 гг.). В этот период были проведены экспедиции в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, в южных районах Тюменской области, в Омской, Курганской, Новосибирской, Томской областях, на севере Казахстана. В сборе образцов нитчатых зигнемовых водорослей и проб воды для

гидрохимического анализа в разных районах принимали участие Б.Ф. Свириденко, Ю.А. Мурашко, Т.В. Свириденко, А.Н. Ефремов (Ямало-Ненецкий автономный округ и Ханты-Мансийский автономный округ – Югра Тюменской области, Омская, Курганская, Новосибирская области, Алтайский край), О.Е. Токарь (южные районы Тюменской обл., Курганская обл.), К.С. Евженко (Омская обл.), З.А. Самойленко, Н.М. Гулакова, Е.А. Моисеева (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра), А.Г. Окуловская (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Ямало-Ненецкий автономный округ).

За весь период было исследовано свыше 600 разнотипных малых и крупных водных объектов (включая участки акваторий рек, средних и больших озёр), в том числе при определении было выявлено 323 популяции 40 видов из различных пунктов тундровой, лесотундровой, лесной, лесостепной и степной зон Западно-Сибирской равнины. Максимальное количество образцов нитчатых зигнемовых водорослей собрано в водных объектах лесной и лесостепной ботанико-географических зон. Основные пункты сбора материала представлены на рис. 1.

Гидрохимический анализ, выполненный Ю.А. Мурашко, заключался в аналитическом определении основных физико-химических показателей воды, катионного и анионного состава водной среды, содержания в ней нефтепродуктов (нефтяных углеводородов) и некоторых тяжёлых металлов. Цветность воды определяли в градусах цветности относительно хром-кобальтовой шкалы (ХКШ) фотометрическим методом с использованием светофильтра с длиной волны 413 нм в кварцевых кюветах (Цветность..., 2008). Измерение водородного показателя выполняли на анализаторе воды «Анион 7000» из комплект-лаборатории «Обь» с

электрохимической ячейкой, состоящей из стеклянного и хлорсеребряного электродов.

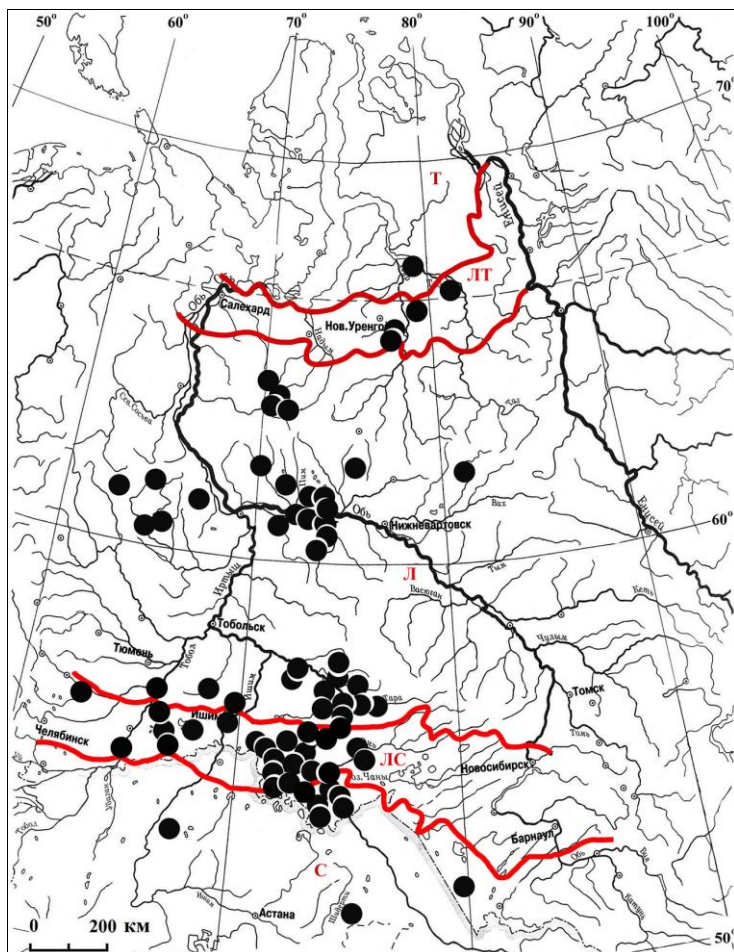


Рис. 1. Основные пункты сбора образцов нитчатых зигиевых водорослей на Западно-Сибирской равнине. Ботанико-географические зоны: Т – тундровая, ЛТ – лесотундровая, Л – лесная, ЛС – лесостепная, С – степная. Границы зон обозначены красными линиями

Настройку электродной системы проводили по стандартному набору буферных растворов, приготовленных из стандарт-титров (Количественный..., 2004). Исследование ионного состава растворённых солей в воде проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на ионном хроматографе «Стайер» с кондуктометрическим детектором.

Для разделения ионов использовали хроматографические колонки: при определении катионов – Shodex IC YS-50, при определении анионов – TRANSGENOMIC ICsep AN2 (Сборник..., 2012). Для определения массовой концентрации карбонат- и гидрокарбонат-ионов использовали значения свободной щёлочности и общей щёлочности, применяя соотношения и расчётные формулы (Вода..., 2009). Определение тяжёлых металлов в пробах воды выполнено методом атомной абсорбции на спектрометре МГА-915 МД (Количественный..., 2013). В монографии приведены данные по этим показателям, округлённые до целых или десятых долей микрограмма в одном кубическом дециметре анализируемой воды, поэтому значения 0 означают концентрацию растворимых форм металла до 0,5 мкг/дм³; значения 0,0 – до 0,05 мкг/дм³. Суммарное содержание нефтепродуктов (нефтяных углеводородов) в пробах воды определено на анализаторе жидкости «Флюорат 02-3М» флуориметрическим методом в гексановом экстракте (Количественный..., 2012).

Гидрботаническое изучение выполнено по общепринятым методикам (Корчагин, 1976; Катанская, 1981). Для сохранения образцов растений из различных систематических групп в таксономической коллекции применялась гербаризация и влажная фиксация в этаноле. Определение таксономической принадлежности собранных образцов растений в лабораторных условиях выполнено

Т.В. Свириденко и Б.Ф. Свириденко с использованием микроскопов Levenhuk, Альтами СПМ 0880, Альтами Био-1 с 80–1000-кратным увеличением. Все представленные в монографии микрофотографии нитчатых зигнемовых водорослей получены с помощью цифровых видеоокуляров UCMOS 5100 КРА, DCM35E преимущественно с фиксированного материала после завершения экспедиционных сезонов. Измерения при изучении нитчатых зигнемовых водорослей выполнялись с применением программы ScopePhoto, обработка микрофотографий проведена с применением компьютерной программы векторной графики Adobe Illustrator и графического редактора Adobe Photoshop. Фотографии растительных группировок с участием нитчатых зигнемовых водорослей выполнены Б.Ф. Свириденко.

Для уточнения списков видов в геоботанических описаниях группировок гидромакрофитов образцы растений из разных систематических групп определены по руководствам (Определитель..., 1951–1986; Абрамова и др., 1961; Савич-Любицкая, Смирнова, 1968, 1970; Rieth, 1980; Kadlubovska, 1984; Флора..., 1988–2003; Рундина, 1998; Mrozinska, 1999; Игнатов, Игнатова, 2003, 2004). Латинские названия видов макроскопических водорослей из разных отделов приведены по определителям (Определитель..., 1951–1986; Rieth, 1980; Рундина, 1998), названия видов гидрофильных печёночников и мхов – по работам М.С. Игнатова, О.М. Афоной (1992), Н.А. Константиновой и др. (1992), видов сосудистых гидрофитов – согласно сводке С.К. Черепанова (1995).

АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК ВИДОВ

В водных объектах Западно-Сибирской равнины было отмечено 40 видов нитчатых зигнемовых водорослей из 5 родов (*Zygnema* – 3 вида, *Zygogonium* – 1, *Mougeotia* – 6, *Spirogyra* – 29, *Sirogonium* – 1 вид) и 3 семейств (*Zygnemataceae*, *Mougeotiaceae*, *Spirogyraceae*).

Ниже приведён список обнаруженных видов и описание их морфологических признаков на основе информации, представленной в известных определителях (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998) с некоторыми дополнениями, отражающими особенности вегетативных клеток, зигоспор, апланоспор (размеры, форма), количество хлоропластов, основанных на материалах, полученных на территории Западно-Сибирской равнины. В приложении 1 на рисунках 1–33 помещены оригинальные микрофотографии вегетативных клеток, форм и стадий конъюгации, а также зигоспор или апланоспор обнаруженных видов нитчатых зигнемовых водорослей.

Также приведены местонахождения видов с указанием региона, географических координат водного объекта, даты сбора идентифицированных образцов. Соответственно в приложении 2 на рисунках 1–40 точками отмечены основные пункты сбора образцов видов.

В числе сведений об экологических параметрах местообитаний для большинства видов указаны глубина воды, типы донных грунтов, активная реакция воды (pH), общий состав воды (состав растворённых солей), цветность в градусах по хром-кобальтовой шкале, содержание гидрокарбонатов,

общая минерализация и общая жёсткость воды, а также концентрация растворимых форм некоторых тяжёлых металлов (Fe, Pb, Ni, Zn, Cd, Cr, Cu, Mn) и нефтяных углеводородов (нефтепродуктов) в воде гидроэкотопов. Трофо-сапробная оценка видов нитчатых зигнемовых приведена по усреднённым характеристикам их гидроэкотопов, рассчитанным с учётом видового состава высших гидромакрофитов в растительных группировках (Свириденко и др., 2011 а).

Для каждого вида кратко отмечено общее распространение на основе литературных данных.

Порядок *Zygnematales* – Зигнемовые
Семейство *Zygnemataceae* – Зигнемовые
Род 1. *Zygnema* C. Agardh – Зигнема

1. *Zygnema cruciatum* (Vaucher) C. Agardh 1817 – Зигнема крестовидная. Вегетативные клетки (29) 30–36 (39) мкм шир., (30) 49–60 (109) мкм дл. Конъюгация лестничная. Воспринимающие клетки невздутые или очень слабо вздутые со стороны конъюгационного канала. Зигоспоры формируются в гаметангиях, утолщённо-линзовидные, 29–32 (40) мкм шир., (30) 39–40 (60) мкм дл. (прил. 1, рис. 1, а, б). Мезоспорий толстый, коричневый, с углублениями (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Сургутский р-н, озеро в долине р. Обь, (61°14' с.ш., 73°25' в.д.), 21.06.2009; там же, г. Сургут, водохранилище Сайма (61°14' с.ш., 73°25' в.д.), 16.09.2008 (прил. 2, рис. 1).

Образцы вида собраны на мелководьях 0,1–0,7 м с тонкодетритными илистыми и песчаными донными грунтами. Вода в экотопах имела рН = 6,9–7,8, цветность 63 градуса, содержание гидрокарбонатов 31,7 мг/дм³, состав

гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,03–0,09 г/дм³, общую жёсткость 0,20–1,16 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 829,3 мкг/дм³, Pb – 0,0 мкг/дм³, Ni – 0,9 мкг/дм³, Zn – 11,5 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cu – 1,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02 мг/дм³. Вид *Zygnema cruciatum*, вероятно, типично пресноводный нейтрофильный олиготрофный олиго-бета-мезосапробный представитель нитчатых зигнемовых водорослей.

В фертильном состоянии этот вид обнаружен в конце лета – начале осени в водных объектах лесной зоны (Свириденко, Свириденко, 2008 а, б; *Свириденко, Свириденко, 2009 – здесь и далее символом * отмечен первый автор Т.В. Свириденко; Свириденко и др., 2010 а, б).

Zygnema cruciatum встречается на всех континентах (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России вид является широко распространённым представителем нитчатых зигнемовых водорослей (Рундина, 1998), в Сибири отмечен на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в реках Ушайка и Басандайка у Томска (Триполитова, 1928) и в Республике Саха (Якутия) (Васильева-Кралина и др., 2005).

2. *Zygnema leiospermum* De Bary 1858 – Зигнема гладкоспоровая. Вегетативные клетки 20–24 мкм шир., 20–40 мкм дл. Конъюгация лестничная. Воспринимающие клетки вздутые со стороны конъюгационного канала. Зигоспоры формируются в гаметангиях, шаровидные 23–30 (35) мкм в диам., или почти шаровидные, 23–30 (32) мкм шир., 23–35 мкм дл. (прил. 1, рис. 1, в–е). Мезоспорий толстый, коричневый, гладкий (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, г. Сургут, водохранилище на р. Чёрная (61°20' с.ш., 73°22' в.д.),

25.08.2009; там же, водохранилище Сайма (61°14' с.ш., 73°25' в.д.), 16.09.2008; 26.08.2009; там же, Нефтеюганский р-н, долина р. Обь, пойменное озеро (60°58' с.ш., 72°38' в.д.), 04.10.2009; Омская обл., Тарский р-н, окрестности д. Самсоново, р. Бушкала (56°59' с.ш., 74°20' в.д.), 29.06.2013; там же, Большереченский р-н, окрестности д. Решетниково, старичное озеро (56°18' с.ш., 74°42' в.д.), 23.07.2013; там же, Любинский р-н, окрестности пос. Пролетарский, котлован (55°12' с.ш., 72°19' в.д.), 08.07.2014; там же, 2,5 км юго-западнее пос. Любино-Малороссы, котлован (55°10' с.ш., 72°58' в.д.), 06.07.2014; там же, Одесский р-н, 1 км северо-западнее пос. Песчанка, котлован (54°12' с.ш., 73°05' в.д.), 13.06.2014 (прил. 2, рис. 2).

В местообитаниях вида глубина составляла 0,1–1,0 м. Основными грунтами являлись тонкодетритные серые илы и заиленный песок. Вода имела рН = 6,9–7,9, цветность 63–276 градусов, содержание гидрокарбонатов 28,1–290,8 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-натриевый, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый, общую минерализацию 0,09–0,59 г/дм³, общую жёсткость 1,16–4,99 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 28,7–1299,3 мкг/дм³, Pb – 0,0–1,5 мкг/дм³, Ni – 0,7–2,5 мкг/дм³, Zn – 11,5–43,0 мкг/дм³, Cd – 0,0–0,5 мкг/дм³, Cr – 0,1–1,0 мкг/дм³, Cu – 0,5–19,8 мкг/дм³; Mn – 0,8 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводов не превышала 0,01–0,05 мг/дм³. *Zygnema leiospermum* относится к типично пресноводным нейтрофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным представителям нитчатых зигнемовых водорослей.

В фертильном состоянии вид обнаружен в конце лета – осенью в лесной, лесостепной и степной зонах (Окуловская,

Свириденко, 2010; Свириденко и др., 2010 а, б, в, г; 2011 б; 2012 а; 2013 в).

Вид известен в Европе, Азии, Северной Америке (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России встречается в европейской части, на Западно-Сибирской равнине – в лесотундровой зоне в пойме р. Обь (Сафонова, 1961; Рундина, 1998), в Восточной Сибири – в Республике Саха (Якутия) (Комаренко, Васильева, 1978; Васильева-Кралина и др., 2005).

3. *Zygnema stellinum* (O.F. Müller) C. Agardh 1824 – Зигнема звёздчатая. Vegetативные клетки (25) 26–31 (38) мкм шир., 27–100 мкм дл. Конъюгация лестничная, редко боковая. Воспринимающие клетки невздутые или слабо вздутые по ширине зигоспоры, в основном со стороны конъюгационного канала. Зигоспоры формируются в гаметангиях, линзовидные, в разных положениях круглые, 30–37 мкм диам., или широкоэллиптические, (26) 30–36 (42) мкм шир., (29) 41–48 (57) мкм дл. (прил. 1, рис. 2). Мезоспорий толстый, коричневый или жёлто-коричневый, с окаймлёнными округлыми углублениями (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ЯНАО, Тазовский р-н, окрестности пос. Газ-Сале, пойма р. Таз, канава вдоль автодороги (67°22' с.ш., 78°59' в.д.), 02.08.2009; там же, ХМАО – Югра, Сургутский р-н, долина протоки Берёзовая, старичное озеро (61°09' с.ш., 73°39' в.д.), 06.10.2013; там же, окрестности пос. Юган, временный водоём (60°53' с.ш., 73°42' в.д.), 23.06.2014; там же, Нижневартовский р-н, нефтезагрязнённое озеро без названия (61°56' с.ш., 74°51' в.д.), 13.09.2014; Омская обл., Тарский р-н, окрестности д. Петрово, временный водоток (56°57' с.ш., 74°12' в.д.), 15.07.2013; там же,

окрестности д. Фрунзе, пойма р. Ибейка, временный водоём (56°49' с.ш., 74°32' в.д.), 09.06.2013; там же, Любинский р-н, 2,5 км юго-западнее пос. Любино-Малороссы, котлован (55°10' с.ш., 72°58' в.д.), 06.07.2014; там же, Черлакский р-н, Верхнеильинская система озёр, озеро без названия (54°31' с.ш., 74°25' в.д.), 12.07.2015 (прил. 2, рис. 3).

В местообитаниях вида глубина воды составляла 0,1–1,2 м. Среди донных грунтов отмечены тонкодетритные серые и грубодетритные бурые илы, песок, обводнённая почва, глина. Вода имела рН = 6,5–8,3, цветность 80–250 градусов, содержание гидрокарбонатов 8,5–148,8 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, хлоридно-натриевый, общую минерализацию 0,20–1,52 г/дм³, общую жёсткость 3,07–6,70 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 19,4–716,9 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,8 мкг/дм³, Ni – 0,3–0,4 мкг/дм³, Zn – 6,2–8,3 мкг/дм³, Cd – 0,1–0,3 мкг/дм³, Cr – 0,1–0,6 мкг/дм³, Cu – 0,5–1,5 мкг/дм³, Mn – 0,0–1,6 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02–2,03 мг/дм³.

В одном местообитании вид был отмечен при критически высоком загрязнении воды нефтяными углеводородами совместно с видом *Spirogyra decimina* (*Свириденко, Свириденко, 2015). Л.А. Рундина (1998) сообщает о находках этого вида в солоноватой воде. Согласно полученным данным *Zygnema stellinum* относится к условно-пресноводным слабоалкалифильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным представителям нитчатых зигнемовых водорослей.

В фертильном состоянии вид был обнаружен с начала лета до осени в тундровой, лесной, лесостепной и степной зонах

(Свириденко и др., 2014 б; Свириденко и др., 2015 в; *Свириденко Свириденко, 2015).

Ареал вида включает Европу, Азию, Северную и Южную Америку, север Африки (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России *Zygnema stellinum* считается повсеместно распространённым видом (Рундина, 1998), известным в том числе на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в р. Томь у Томска (Триполитова, 1928).

Род 2. *Zygonium Kützing* – Зигогониум

4. *Zygonium ericetorum Kützing 1843* – Зигогониум пустошный. Талломы *Zygonium ericetorum* в водных местообитаниях региона равноритчатые, неразветвлённые, прикрепленные или свободноплавающие, до 10–40 см дл. Вегетативные клетки цилиндрические или слабо вздутые, (12) 16–20 (33) мкм шир., 10–40 (113) мкм дл. Клеточный сок имеет цвет от розового до пурпурного или фиолетового, что определяет общую окраску всего таллома и в целом группировок с доминированием этого вида. Хлоропласты в прижизненном состоянии зелёные, расположены по 2 в каждой клетке, с широкой стороны дисковидные, округлые, 10–15 мкм в диам., с неправильно очерченными краями, сбоку удлинённые, дуговидно изогнутые, с заострёнными концами, каждый с центральным пиреноидом. На территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры вид отмечен в вегетативном состоянии (прил. 1, рис. 3). По литературным данным конъюгация лестничная, реже боковая. Зигоспоры образуются в конъюгационных каналах, широкоэллипсоидные, 15–26 мкм шир., (15) 20–36 (40) мкм дл. Мезоспорий толстый, жёлтый или коричневый, гладкий. Вид образует также шаровидные или широкоэллипсоидные апланоспоры 15–20 мкм шир., 15–40 мкм дл. и шаровидные партеноспоры 23–26 мкм диам. (Tiffany,

Britton, 1952; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998; Holzinger et al., 2014).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Белоярский р-н, озеро без названия на коренном берегу правобережья р. Казым, (63°31' с.ш., 70°36' в.д.), 22.07.2016; там же, озеро без названия на коренном берегу левобережья р. Казым (63°29' с.ш., 70°41' в.д.), 25.07.2016; там же, внутриболотное озеро (63°39' с.ш., 71°02' в.д.), 10.07.2017; там же, Сургутский р-н, оз. Светлое на верховом болоте, (60°52' с.ш., 73°39' в.д.), 02.10.2013; там же, оз. Белое на верховом болоте (60°53' с.ш., 73°20' в.д.), 02.10.2013; там же, Кондинский р-н, озеро без названия (60°42' с.ш., 64°40' в.д.), 09.08.2015; там же, озеро без названия (60°34' с.ш., 64°31' в.д.), 09.08.2015 (прил. 2, рис. 4) (Свириденко и др., 2014 а, б; 2016; 2017 а, б, д; 2018 б; Свириденко, Свириденко, 2017).

Вид зелёных макроскопических водорослей *Zygonium ericetorum* является типовым для рода *Zygonium*. Этот вид считают космополитным, так как известны его находки в Европе, Азии, Северной и Южной Америке, Австралии и Новой Зеландии, где он встречается в кислых водах болот и озёр, а также на кислых (рН = 3,1–6,0) влажных торфяных и минеральных субстратах естественного и техногенного происхождения (Transeau, 1933, 1951; Lynn, Brock, 1969; Kadlubowska, 1984; Day et al., 1995; Baykal et al., 2012; Freitas, Loverde-Oliveira, 2013).

В России *Zygonium ericetorum* отмечали спорадически по всей европейской части, в азиатской части – на островах Северной Земли (Рундина, 1998). На Западно-Сибирской равнине вид был отмечен впервые (Свириденко и др., 2014 б).

В текущем десятилетии *Zygonium ericetorum* привлёк интерес исследователей из-за заметной окраски пурпурным

пигментом (Holzinger et al., 2014). Изучение пурпурно-розового (сине-фиолетового) пигмента в вакуолях клеток *Zygonium ericetorum* показало, что он представляет собой комплекс железа и галловой кислоты. Считают, что этот пигмент благодаря своим спектральным свойствам обеспечивает толерантность вида, особенно его наземных форм (штаммов) к ультрафиолетовому излучению (Holzinger et al., 2010; Aigner et al., 2013; Pichrtová, 2014; Herburger et al., 2016). Скрининг методом высокоэффективной жидкостной хроматографии выявил, что пурпурный пигмент *Zygonium ericetorum* имеет несколько больших фенольных пиков с максимумами поглощения в области 280 нм и иногда с меньшими максимумами в области 380 нм. Такие соединения не характерны для пресноводных зелёных водорослей (Aigner et al., 2013).

Отмеченную связь *Zygonium ericetorum* с водами, имеющими кислую реакцию, объясняют свойствами растворимости соединений некоторых токсичных тяжёлых металлов, в частности железа, растворимость которого в кислой среде становится более высокой. При изменении pH в щелочную сторону происходит выпадение гидроксида трёхвалентного железа в виде нерастворимого осадка на поверхность талломов, в связи с чем скорость роста *Zygonium ericetorum* значительно замедляется (Kleeberg et al., 2006; Kleeberg, 2013). Недавно было отмечено также, что *Zygonium ericetorum* эффективно удаляет из загрязнённой воды некоторые тяжёлые металлы (кадмий, никель, хром, свинец), накапливая их в своих клетках (Arbab et al., 2015).

На территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в изученных водных экотопах *Zygonium ericetorum* глубина составляла 0,1–1,8 м. Основными грунтами служили

бурые грубодетритные и торфяные илы, торф, песок, также вид находился в прикрепленном состоянии к высшим растениям и древесине. Диапазон значений водородного показателя рН = 4,8–6,2, содержание гидрокарбонатов 0,0–3,6 мг/дм³ (рис. 2), состав воды гидрокарбонатно-кальциевый, хлоридно-натриево-кальциевый, цветность 13–218 градусов. Общая минерализация воды во всех озёрах с популяциями вида не превышала 0,01 г/дм³, общая жёсткость варьировала в пределах 0,04–0,17 мг-экв/дм³.

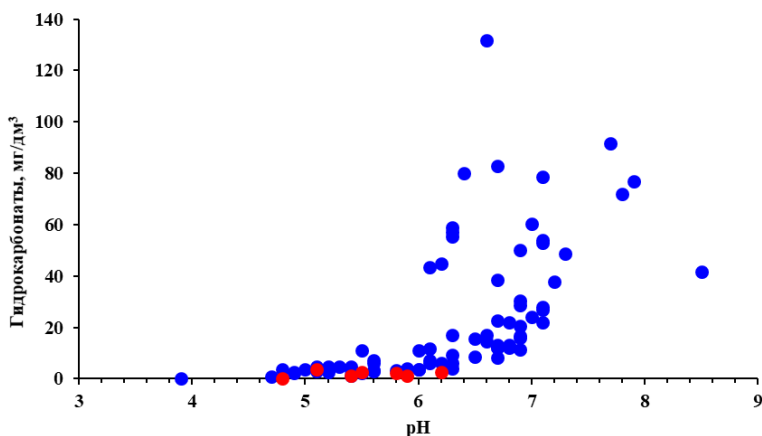


Рис. 2. Значения рН и концентрации гидрокарбонатного аниона в воде экотопов гидромакрофитов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Красным цветом выделены значения показателей в экотопе *Zygonium ericetorum*

Концентрация растворимых форм тяжёлых металлов находилась в следующих пределах: Fe – 7,9–2756,9 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,6 мкг/дм³ (рис. 3), Ni – 0,0–2,9 мкг/дм³, Zn – 11,0–42,4 мкг/дм³, Cd – 0,0–0,4 мкг/дм³, Cr – 0,0–1,3 мкг/дм³, Cu – 0,1–1,9 мкг/дм³, Mn – 1,1–33,2 мкг/дм³, концентрация нефтяных

углеводородов достигала 0,02–0,07 мг/дм³. Содержание фосфатов и азота в форме нитратов, нитритов и аммония в пробах воды в основном находилось ниже предела определения метода жидкостной ионной хроматографии, только в воде озёр Кондинского р-на концентрация ионов аммония достигала 0,25–0,35 мг/дм³. Максимальное развитие *Zygonium ericetorum* отмечено в одном водораздельном озере (природный парк «Нумто», Белоярский р-н), где вид был распространён на значительной части акватории в диапазоне глубин 0,5–1,8 м.

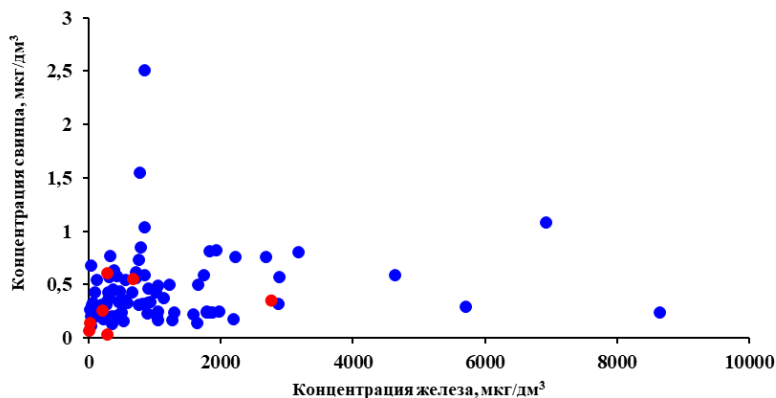


Рис. 3. Концентрация растворимых форм железа и свинца в воде экотопов гидромакрофитов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Красным цветом выделены значения показателей в экотопах *Zygonium ericetorum*

Проективное покрытие вида было равно 70–100%. Вода озера имела рН = 5,5, цветность 36 градусов, общую минерализацию 0,01 г/дм³, общую жёсткость 0,04 мг-экв/дм³, а также низкие для поверхностных вод региона значения концентрации растворимых форм железа (25,2 мкг/дм³) и свинца (0,1 мкг/дм³).

Известна повышенная адаптивность *Zygonium ericetorum* к дефициту влажности среды, в связи с чем его

называют полуназемным видом (Herburger et al., 2016). Способность развиваться как на наземных субстратах с малой влажностью, так и в водной среде определяет широкие ценоотические связи вида. В подзоне южной тайги европейской части России *Zygogonium ericetorum* был в массе отмечен на техногенных наносах шахтных вод при pH = 2,8 в полосе влияния отвалов сульфидсодержащих пород угледобывающих шахт, где этот ацидофильный вид являлся основным продуцентом наземных пионерных водорослевых группировок (Дорохова, 1997).

В болотоведческих работах *Zygogonium ericetorum* приведён как представитель болотной флоры (Боч, Мазинг, 1979). В классификации центральноевропейских олиго-мезотрофных и мезотрофных болот *Zygogonium ericetorum* включён наряду с *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Drosera intermedia*, *Lycopodium inundatum*, *Hammarbia paludosa* в диагностическую группу видов синтаксона *Rhynchosporion albae*, имеющего ранг союза (Matuszkiewicz, 2007). В гидрботанических работах *Zygogonium ericetorum* исследован в составе группировок водной растительности техногенных озёр с кислой реакцией среды (pH = 3), где на глубине 1,6–10,5 м он формировал ценозы с проективным покрытием 80% и выступал основным продуцентом первичного органического вещества (Kleeberg et al., 2006; Koschorreck, 2013). Согласно полученным гидрохимическим материалам из обследованных экотопов *Zygogonium ericetorum* является ацидофильным ультрапресноводным олиготрофным олигосапробным умеренно ферротолерантным видом, связанным с водами, относительно бедными растворимыми формами железа и свинца.

Целесообразно включить *Zygogonium ericetorum* в очередной выпуск региональной Красной книги как редкий вид

(категория III), который спорадически распространён на значительных акваториях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Озеро в природном парке «Нумто» с отмеченной плотной популяцией *Zygonium ericetorum* совместно с водосборным бассейном может рассматриваться как особо ценный ландшафтный выдел, нуждающийся в мониторинге и охране (Свириденко и др., 2016; 2017 в).

Семейство Mougeotiaceae – Мужоциевые

Род 3. *Mougeotia* C. Agardh – Мужоция

1. *Mougeotia genuflexa* (Roth) C. Agardh 1824 – Мужоция коленчато-изогнутая. Vegetативные клетки (15) 25–35 (40) мкм шир., 50–225 мкм дл., коленчато-изогнутые. Хлоропласты с (2) 4–8 пиреноидами, расположенными беспорядочно. Конъюгация преимущественно боковая. Конъюгирующие клетки прямые или слабо изогнутые. Конъюгационный канал при боковой конъюгации широко закруглённый, равный по ширине вегетативной клетке или шире её; таллом при этом остаётся прямым или изгибается. Зигоспоры угловато-округлые, квадратно-округлые, трапециевидно-округлые, шаровидные, (24) 30–36 (40) мкм диам., или эллипсоидные, 24–38 (40) мкм шир., (30) 32–44 (55) мкм дл. (прил. 1, рис. 4). Реже встречается лестничная конъюгация с образованием зигоспор, но часто образуются псевдоконъюгационные каналы без зиготообразования. При лестничной конъюгации зигоспоры образуются в конъюгационных каналах, с полным или частичным их заполнением. Мезоспорий светло-жёлтый или коричневый, гладкий (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Белоярский р-н, озеро без названия в долине р. Казым (63°30' с.ш., 70°35' в.д.), 18.07.2016; там же залив р. Казым

(63°29' с.ш., 70°44' в.д.), 21.07.2016; там же, г. Сургут, водохранилище Сайма (61°14' с.ш., 73°25' в.д.), 16.09.2008; там же, водохранилище на р. Чёрная (61°20' с.ш., 73°22' в.д.), 25.08.2009; там же, Сургутский р-н, озеро в долине р. Обь (61°15' с.ш., 73°10' в.д.), 21.06.2010; там же, долина р. Лямин, пойменное озеро (62°09' с.ш., 70°14' в.д.), 17.07.2007 (образец собран Г.М. Кукуручкиным); там же, долина р. Калинка (приток р. Обь), пруд (61°16' с.ш., 73°06' в.д.), 15.07.2010; Омская обл., Тарский р-н, окрестности д. Чекрушево, пойма р. Степановка, временный водоём (56°54' с.ш., 74°17' в.д.), 30.05.2013; там же, долина р. Иртыш, оз. Петровское (56°56' с.ш., 74°10' в.д.), 15.06.2013; там же, временный водоток (56°57' с.ш., 74°14' в.д.), 15.06.2013; там же, Большереченский р-н, окрестности д. Берняжка, оз. Иркутль (56°38' с.ш., 74°36' в.д.), 23.07.2013; там же, Любинский р-н, окрестности пос. Алексеевка, котлован (55°21' с.ш., 72°07' в.д.), 08.07.2013; там же, окрестности пос. Мокшино, придорожная канава (55°20' с.ш., 72°17' в.д.), 08.07.2013; там же, г. Омск, озеро без названия (54°56' с.ш., 73°27' в.д.), 22.07.2017; там же, Черлакский р-н, озеро без названия (54°31' с.ш., 74°22' в.д.), 08.07.2016; там же, Одесский р-н, окрестности пос. Песчанка, оз. Песчаное (54°21' с.ш., 73°08' в.д.), 27.07.2017 (прил. 2, рис. 5).

Местообитания вида зарегистрированы на мелководьях 0,1–0,9 м с торфяными, грубодетритными илистыми, реже – с тонкодетритными илистыми, песчаными грунтами и обводнёнными почвогрунтами во временных водоёмах. Вода в местообитаниях имела рН = 6,6–8,1, цветность 56–144 градуса, содержание гидрокарбонатов 12,4–938,2 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый, хлоридно-натриевый, общую минерализацию 0,02–2,37 г/дм³, общую жёсткость 0,17–17,52 мг-экв/дм³. Содержание

растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 1,6–1836,3 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,8 мкг/дм³, Ni – 0,0–2,3 мкг/дм³, Zn – 7,8–61,5 мкг/дм³, Cd – 0,0–0,1 мкг/дм³, Cr – 0,1–0,5 мкг/дм³, Cu – 0,0–0,5 мкг/дм³, Mn – 0,4–9,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,01–0,04 мг/дм³. С учётом полученных данных вид является условно-пресноводным слабоалкалофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным умеренно ферротолерантным.

Вид распространён от севера лесной зоны до степной зоны включительно. Фертильные популяции были обнаружены в разных районах Западно-Сибирской равнины с конца весны до начала осени (Свириденко, Свириденко, 2008 а, б; 2017; *Свириденко, Свириденко, 2009; Окуловская, Свириденко, 2010; Свириденко и др., 2010 а, б, в, г; 2011 б; 2012 а; 2013 в; 2014 б; 2018 б).

Вид известен в Европе, Азии (Китай, Казахстан, Средняя Азия, Сибирь), Северной Америке, на севере Африки (Марокко) (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России встречается в европейской части, в Западной и Восточной Сибири (Рундина, 1998). На Западно-Сибирской равнине вид был отмечен в р. Оша Омской обл. (Андреев и др., 1963).

2. *Mougeotia laetevirens* (A. Braun) Wittrock in Wittrock et Nordstedt 1877 – Мужоция ярко-зеленоватая. Вегетативные клетки (22) 28–40 (42) мкм шир., (65) 230–350 (508) мкм дл. Хлоропласты с многими пиреноидами, расположенными беспорядочно или в довольно выраженный ряд. Конъюгация лестничная. Конъюгирующие клетки заметно коленчато изогнутые. Конъюгационный канал широкий. Зигоспоры полиморфные, короткоцилиндрические (катушковидные) или круглые, с вогнутыми, реже прямыми сторонами, сверху и снизу круглые, (38) 42–60 (68) мкм шир., (29) 43–60 (75) мкм дл.,

расположены в конъюгационных каналах (прил. 1, рис. 5). Мезоспорий в зрелых зигоспорах толстый, жёлтый или жёлто-коричневый, гладкий (молодые зигоспоры часто оливково-зелёные) (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ЯНАО, Красноселькупский р-н, старица в пойме р. Таз (66°42' с.ш., 82°08' в.д.), 06.08.2009; там же, Пуровский р-н, пойма р. Пур, окрестности пос. Коротчаево, озеро без названия (65°58' с.ш., 78°19' в.д.), 22.08.2009; там же, ХМАО – Югра, Ханты-Мансийский р-н, пойма р. Сеуль, временный водоём (61°20' с.ш., 67°45' в.д.), 08.07.2009; там же, Нижневартовский р-н, озеро в долине р. Глубокий Сабун на территории природного парка «Сибирские Увалы» (62°23' с.ш., 81°20' в.д.), 27.07.2007; там же, Сургутский р-н, озеро в долине р. Обь (61°15' с.ш., 73°10' в.д.), 21.06.2010; Омская обл., Тарский р-н, среднее течение р. Оша у пос. Большие Туралы (56°45' с.ш., 73°59' в.д.), 05.06.2011; там же, Большереченский р-н, окрестности д. Шуево, оз. Кольтюбаевка (56°31' с.ш., 74°39' в.д.), 23.07.2013; там же, окрестности д. Гушино, р. Поперечная (56°00' с.ш., 74°39' в.д.), 24.07.2013; там же, Называевский р-н, окрестности д. Черемновка, придорожная канава (55°25' с.ш., 71°49' в.д.), 19.07.2013; там же, Таврический р-н, окрестности пос. Луговое, р. Ачаирка (54°36' с.ш., 73°55' в.д.), 30.07.2015; там же, Черлакский р-н, окрестности пос. Верхнеильинка, мелководный водоём без названия (54°33' с.ш., 74°19' в.д.), 12.07.2015 (прил. 2, рис. 6).

Изученные местообитания *Mougeotia laetevirens* отличались мелководностью (0,1–1,0 м), тонкодетритными илистыми, песчаными, глинистыми грунтами. Вода имела pH = 6,5–7,4, цветность составляла 100–209 градусов, содержание гидрокарбонатов – 255,7 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-

кальциевый, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый, хлоридно-натриевый, минерализация – 0,06–0,78 г/дм³, общая жёсткость – 1,00–6,73 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 97,8 мкг/дм³, Pb – 0,5 мкг/дм³, Ni – 6,0 мкг/дм³, Zn – 15,1 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,2 мкг/дм³, Cu – 1,4 мкг/дм³, Mn – 32,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,10 мг/дм³.

С учётом полученных данных вид относится к типично пресноводным (условно-пресноводным) нейтрофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным представителям нитчатых зигнемовых водорослей. Л.А. Рундина (1998) отмечала этот вид также в солоноватой воде.

На Западно-Сибирской равнине *Mougeotia laetevirens* отмечен в водных объектах тундровой, лесотундровой, лесной, лесостепной и степной зон. Фертильные образцы собраны в основном во второй половине лета (Свириденко, Окуловская, 2010; Свириденко и др., 2010 б, в, г; 2011 б; 2012 а; 2013 б, в; 2014 б; 2015 а; Sviridenko et al., 2015).

Ареал вида охватывает Европу, Азию (Сибирь, Индию, Китай), Северную и Южную Америку, Австралию (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России вид считается повсеместно распространённым (Рундина, 1998). В Сибири отмечен на юго-востоке лесной зоны Западно-Сибирской равнины – в р. Язевка (Язевая) по трассе Кеть-Касского канала (Триполитова, 1928), в лесотундровой зоне – в пойме р. Обь (Сафонова, 1961), а также в Восточной Сибири – в Республике Саха (Якутия) (Комаренко, Васильева, 1978; Васильева-Кралина и др., 2005).

3. *Mougeotia nummuloides* (Hassall) De Toni 1889 – Мужоция монетообразная. Вегетативные клетки (5) 8–10 (16) мкм шир., 32–160 мкм дл. Хлоропласты с 2–6 пиреноидами,

расположенными в ряд. Конъюгация лестничная. Конъюгирующие клетки почти прямые или слегка изогнутые, редко значительно изогнутые. Зигоспоры шаровидные, (17) 21–24 (37) мкм в диам., или широкоэллипсоидные, 20–24 мкм шир., (20) 23–24 (26) мкм дл., расположены вдоль конъюгационных каналов с полным или частичным их заполнением (прил. 1, рис. 6, а–в). Мезоспорий коричневый, ямчатый. Известно образование апланоспор в коленчато-изогнутых клетках (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождение: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Белоярский р-н, внутриболотное озеро (63°39' с.ш., 71°01' в.д.) 09.07.2017 (прил. 2, рис. 7).

Вид собран на мелководье до 0,4 м с песчаными и торфянистыми грунтами. Вода в местообитании имела рН = 5,6, цветность 74 градуса, содержание гидрокарбонатов 7,3 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,01 г/дм³, общую жёсткость 0,11–0,13 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 1788,8 мкг/дм³, Pb – 0,2 мкг/дм³, Ni – 0,0 мкг/дм³, Zn – 15,8 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,8 мкг/дм³, Cu – 1,4 мкг/дм³, Mn – 41,7 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02 мг/дм³.

Вид считается эврибионтным ацидофильным, распространённым в водах с рН от 5,5 до 6,0 (Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). Согласно данным, полученным на Западно-Сибирской равнине, вид *Mougeotia nummuloides* – типично пресноводный (ультрапресноводный) ацидофильный олиготрофный олигосапробный умеренно ферротолерантный представитель нитчатых зигнемовых водорослей.

Единственное западносибирское местонахождение расположено на севере лесной зоны. Фертильная популяция обнаружена в середине лета (Свириденко и др., 2018 б).

Вид *Mougeotia nummuloides* известен из Европы, Средней Азии, Северной Америки, Африки. В России указан только для европейской части (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). На Западно-Сибирской равнине вид обнаружен впервые.

4. *Mougeotia quadrangulata* Hassall 1843 – Мужоция четырёхугольная. Вегетативные клетки (7) 9–13 мкм шир., 50–140 мкм дл. Хлоропласты с (6) 8–16 пиреноидами, расположенными в ряд. Конъюгация лестничная. Зигоспоры квадратно-подушковидные со слегка выпуклыми, вогнутыми или прямыми сторонами, без рогов или с четырьмя слабо выраженными рогами, на концах прямо срезанными или широко закруглёнными, (20) 28–33 (40) мкм шир., (22) 30–33 (45) мкм дл., сбоку округлые или эллиптические с прямо срезанными вершинами, до (18) 22–25 мкм толщ., расположены в широких конъюгационных каналах и гаметангиях вплоть до их внешних стенок или с незначительным выходом за их пределы (прил. 1, рис. 6, *z–e*). Мезоспорий бесцветный или бледно-жёлтый, ямчатый. Известно также образование апланоспор 20–21 мкм шир., 36–44 мкм дл. в слегка изогнутых клетках (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Белоярский р-н, внутриболотное озеро (63°39' с.ш., 71°01' в.д.), 09.07.2017; там же, речка без названия (63°39' с.ш., 71°02' в.д.), 10.07.2017 (прил. 2, рис. 8).

На территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры местообитания *Mougeotia quadrangulata* отличались мелководностью (0,1–0,5 м), песчаными и торфяными грунтами. Вода имела pH = 5,6–6,2, цветность составляла 74–98 градусов,

содержание гидрокарбонатов 6,1–7,3 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, минерализация 0,01 г/дм³, общая жёсткость 0,11–0,13 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 1788,8–1979,9 мкг/дм³, Pb – 0,2 мкг/дм³, Ni – 0,0 мкг/дм³, Zn – 15,8–16,0 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,8–1,2 мкг/дм³, Cu – 1,4–4,1 мкг/дм³, Mn – 41,7–253,4 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов была равна 0,01–0,02 мг/дм³.

С учётом полученных данных по экологии *Mougeotia quadrangulata* можно считать типично пресноводным (ультрапресноводным) слабоацидофильным олиготрофным олигосапробным умеренно ферротолерантным видом.

Западносибирские местонахождения космополитного вида *Mougeotia quadrangulata* в настоящее время установлены только в северной части лесной зоны. Фертильные популяции обнаружены в середине лета (Свириденко и др., 2018 б).

Общее распространение вида охватывает Европу, Азию, Северную и Южную Америку, Африку, Мадагаскар (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России вид известен в европейской части, в Западной и Восточной Сибири без указания местонахождений (Рундина, 1998).

5. *Mougeotia scalaris* Hassall 1842 – Мужоция лестничная. Вегетативные клетки (16) 20–29 (34) мкм шир., (40) 60–82 (180) мкм дл. Хлоропласты с (2) 4–10 пиреноидами, расположенными беспорядочно или в ряд. Конъюгация лестничная. Конъюгирующие клетки прямые или слабо изогнутые. Зигоспоры шаровидные, (27) 30–38 (50) мкм диам., или широкоэллипсоидные, вытянуты вдоль конъюгационных каналов и часто полностью их заполняют, (23) 25–38 (47) мкм шир., 27–40 (43) мкм дл. (прил. 1, рис. 7). Мезоспорий толстый,

жёлто-коричневый, гладкий (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Сургутский р-н, пойма р. Обь, котлован (61°20' с.ш., 72°22' в.д.), 29.07.2018; там же, Нефтеюганский р-н, пойменный водоём в долине Юганской Оби, (61°05' с.ш., 73°04' в.д.), 11.07.2010; Омская обл., Тевризский р-н, окрестности с. Бородинка, временный водоём (57°28' с.ш., 73°02' в.д.), 28.05.2012; там же, Тарский р-н, окрестности д. Петрово, временный водоток (56°57' с.ш., 74°13' в.д.), 15.07.2013; там же, Называевский р-н, окрестности пос. Жирновка, оз. Гришино (55°22' с.ш., 71°19' в.д.), 22.07.2015; там же, Любинский р-н, окрестности пос. Мокшино, придорожная канава (55°20' с.ш., 72°17' в.д.), 08.07.2013; там же, г. Омск, пос. Николаевка, временный водоём в долине р. Иртыш, (55°03' с.ш., 73°09' в.д.), 19.08.2015; Казахстан, Павлодарская обл., водохранилище-охладитель Экибастузской ГРЭС-2 (52°00' с.ш., 75°25' в.д.), 17.09.2012 (прил. 2, рис. 9).

Экотопы вида отмечены на мелководьях 0,1–0,7 м с грубодетритными бурыми и тонкодетритными серыми илами, заиленными песками и обводнёнными почвогрунтами. Вода в местообитаниях вида имела рН = 7,2–7,7(8,0), цветность 100–473 градуса, содержание гидрокарбонатов 256,2–345,3 мг/дм³, состав хлоридно-гидрокарбонатно-кальциевый, хлоридно-натриевый, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый, общую минерализацию 0,40–1,35 г/дм³, общую жёсткость в пределах 3,34–9,77 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 137,1–1030,1 мкг/дм³, Pb – 0,1–0,3 мкг/дм³, Ni – 4,4–7,3 мкг/дм³, Zn – 22,0–30,7 мкг/дм³, Cd – 0,0–0,1 мкг/дм³, Cr – 0,1–0,3 мкг/дм³, Cu – 1,5–1,6 мкг/дм³, Mn – 2,9–35,3 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводов

составляла 0,03–0,04 мг/дм³. Вид является условно-пресноводным нейтрофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным.

На Западно-Сибирской равнине *Mougeotia scalaris* встречается в водных объектах лесной, лесостепной и степной зон. Фертильные популяции обнаружены в период с начала лета до начала осени (Свириденко и др., 2013 б, е, ж; 2014 б; 2015 а; Sviridenko et al., 2015; *Свириденко и др., 2016 а).

Вид *Mougeotia scalaris* имеет широкий ареал, включающий Европу, Азию, Северную Америку (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России *Mougeotia scalaris* относится к числу повсеместно распространённых видов (Рундина, 1998), в Сибири вид отмечен в Республике Саха (Якутия) (Комаренко, Васильева, 1978; Васильева-Кралина и др., 2005). Для Западно-Сибирской равнины вид *Mougeotia scalaris* был приведён впервые (Свириденко и др., 2013 б).

6. *Mougeotia tunicata* O. Bock et W. Bock 1956 – Мужоция покровная. Вегетативные клетки (16) 17–19 (25) мкм шир., 70–226 мкм дл. Хлоропласты с 6–9 пиреноидами, расположенными в ряд. Конъюгация лестничная. Конъюгирующие клетки прямые или слабо изогнутые. Зигоспоры шаровидные, 30–34 мкм в диам., или широкоэллипсоидные, (36) 38–41 (44) мкм шир., (39) 40–45 (48) мкм дл., расположены в очень широких конъюгационных каналах и гаметангиях, нередко заполняя их до внешних стенок (прил. 1, рис. 8). Мезоспорий толстый, коричневый, густозернистый. Известно также образование партеноспор (апланоспор) (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождение: Омская обл., Называевский р-н, 10 км восточнее г. Называевска, займищное озеро без названия (55°30' с.ш., 71°34' в.д.), 22.07.2015 (прил. 2, рис. 10).

Вид собран на мелководье до 0,4 м с почвогрунтами. Вода в местообитании вида имела рН = 7,5, цветность 491 градус, содержание гидрокарбонатов 642,9 мг/дм³, состав хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый, общую минерализацию 1,69 г/дм³, общую жёсткость 10,62 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 34,6 мкг/дм³, Pb – 0,2 мкг/дм³, Ni – 2,2 мкг/дм³, Zn – 43,1 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,3 мкг/дм³, Cu – 1,4 мкг/дм³, Mn – 49,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02 мг/дм³.

С учётом экологических параметров в исследованном местообитании *Mougeotia tunicata* характеризуется как условно-пресноводный слабоалкалофильный мезотрофный бета-мезосапробный вид.

Единственное местонахождение на Западно-Сибирской равнине расположено в лесостепной зоне. Фертильная популяция обнаружена в середине лета.

Вид *Mougeotia tunicata* был известен в Германии и Японии (Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). На Западно-Сибирской равнине этот вид обнаружен впервые.

Семейство Spirogyraceae – Спирогировые

Род 4. *Spirogyra* Link – Спирогира

1. *Spirogyra bellis* (Hassall) P. Crouan et H. Crouan 1867 – Спирогира красивая. Вегетативные клетки (57) 65–80 (88) мкм шир., 90–350 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропластов 5–6 (8), почти прямые или слабо извитые (с 1 оборотом спирали). Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал образован обеими клетками, с небольшим преобладанием

отдающей клетки. Воспринимающие клетки невздутые или незначительно вздутые с двух сторон. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры линзовидные, в двух положениях круглые и эллиптические, (38) 48–60 (75) мкм толщ., (57) 60–90 (105) мкм diam. (прил. 1, рис. 9). Мезоспорий толстый, коричневый, ямчатый (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Кондинский р-н, окрестности г. Урай, мелководный временный водоём (60°06' с.ш., 64°40' в.д.), 23.08.2014; там же, Сургутский р-н, окрестности станции Островная, пойма р. Обь, водоотводная канава (61°10' с.ш., 73°10' в.д.), 25.09.2015; Омская обл., Любинский р-н, временный водоём по окраине займища (55°24' с.ш., 72°01' в.д.), 10.07.2016; Новосибирская обл., Татарский р-н, временный водоём в канаве (55°03' с.ш., 75°59' в.д.), 21.08.2016; там же, Усть-Тарковский р-н, старичное озеро без названия (55°30' с.ш., 75°49' в.д.), 06.07.2016 (прил. 2, рис. 11).

Вид собран на мелководьях 0,1–1,0 м с песчаными, илисто-песчаными, грубодетритными бурыми илистыми грунтами и почвогрунтами. В изученных местообитаниях этого вида вода имела рН = 6,5–8,1, цветность 37–1400 градусов, содержание гидрокарбонатов 82,9–390,8 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, хлоридно-гидрокарбонатно-кальциевый, минерализация составляла 0,06–0,84 г/дм³, общая жёсткость 0,20–9,27 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 8,7–4633,1 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,6 мкг/дм³, Ni – 0,5–13,9 мкг/дм³, Zn – 16,3–35,7 мкг/дм³, Cd – 0,0–1,1 мкг/дм³, Cr – 0,2–0,5 мкг/дм³, Cu – 0,3–1,6 мкг/дм³, Mn – 0,6–1,2 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводов

составляла 0,01–0,16 мг/дм³. Вид типично пресноводный слабоалкалофильный олиго-мезотрофный бета-мезосапробный ферротолерантный.

На Западно-Сибирской равнине вид *Spirogyra bellis* был зарегистрирован в лесной и лесостепной зонах. Фертильные талломы собраны с середины лета до начала осени (Свириденко и др., 2014 б; 2015 в; 2018 б).

Spirogyra bellis – широко распространённый вид, ареал которого охватывает Европу, Азию, Северную Америку, Австралию, южную Африку (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). Согласно Л.А. Рундиной (1998) в России вид встречается повсюду, кроме Дальнего Востока, однако местонахождения вида в Сибири ранее не приводились. На Западно-Сибирской равнине вид был отмечен впервые (Свириденко и др., 2014 б).

2. *Spirogyra calospora* Cleve 1868 – Спирогира красивоспоровая. Вегетативные клетки (20) 28–34 (56) мкм шир., (80) 120–280 (425) мкм дл. Поперечные стенки клеток складчатые. Хлоропласт 1, редко их 2–3, с 2–6 оборотами спирали. Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал образован обеими клетками. Воспринимающие клетки невздутые или слабо вздутые. Клетки без конъюгационной пары невздутые или относительно вздутые, реже сильно, бочонковидно вздутые до 72–73 мкм шир. Зигоспоры эллипсоидные или цилиндрически-эллипсоидные, с закруглёнными вершинами, (26) 30–38 (60) мкм шир., (52) 66–90 (130) мкм дл. (прил. 1, рис. 10). Экзоспорий имеет толстый внутренний слой с округлыми ямчатыми углублениями. Мезоспорий тонкий, жёлтый или коричневый, гладкий (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ЯНАО, Тазовский р-н, пойма р. Таз, пос. Газ-Сале, канава вдоль автодороги (67°22' с.ш., 78°59' в.д.), 02.08.2009; там же, ХМАО – Югра, Сургутский р-н, техногенная водоотводная канава в долине р. Юганская Обь (61°06' с.ш., 73°45' в.д.), 24.09.2015; Омская обл., Большереченский р-н, окрестности д. Гушино, р. Поперечная (56°00' с.ш., 74°40' в.д.), 24.07.2013 (прил. 2, рис. 12).

Образцы вида собраны на мелководьях 0,1–0,7 м с песчаными грунтами. В местообитаниях *Spirogyra calospora* вода имела рН = 6,7–7,0, цветность 100–180 градусов, содержание гидрокарбонатов 53,1 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, минерализацию 0,06–0,20 г/дм³, общую жёсткость 0,20–3,07 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 363,4 мкг/дм³, Pb – 0,4 мкг/дм³, Ni – 6,9 мкг/дм³, Zn – 27,7 мкг/дм³, Cd – 3,1 мкг/дм³, Cr – 0,1 мкг/дм³, Cu – 0,8 мкг/дм³, Mn – 3,0 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02 мг/дм³. *Spirogyra calospora* вероятно является типично пресноводным (ультрапресноводным) нейтрофильным олиготрофным олиго-бета-мезосапробным видом.

Известные местонахождения находятся в тундровой и лесной зонах. Фертильные талломы собраны в конце лета – начале осени (Свириденко и др., 2012 а, б; 2013 в; *Свириденко и др., 2016 а).

Вид известен в Европе, южной и северо-восточной Азии (Средняя Азия, Восточная Сибирь, Дальний Восток, Чукотка, Китай), Северной Америке (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Комаренко, Васильева, 1978; Рундина, 1998). На Западно-Сибирской равнине *Spirogyra calospora* был обнаружен впервые (Свириденко и др., 2012 а).

3. *Spirogyra crassa* (Kützing) Kützing 1843 – Спирогира толстая. Вегетативные клетки (120) 140–165 мкм шир., (126) 139–190 (330) мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропластов (4) 6–12, прямые или с 0,5–1 оборотом спирали. На поверхности вегетативных клеток часто имеются крестообразные и квадратные бесцветные кристаллы оксалата кальция (как у *Spirogyra maxima* и *Spirogyra setiformis*). Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал образован обеими клетками. Воспринимающие клетки невздутые. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры сжато-эллипсоидные, в поперечном сечении эллиптические, 120–138 (150) мкм шир., (135) 165–179 (190) мкм дл., 80–100 (125) мкм толщ. (прил. 1, рис. 11). Мезоспорий толстый, коричневый, с крупными углублениями (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Сургутский р-н, протока Глухая (61°17' с.ш., 72°57' в.д.), 25.08.2009; там же, водохранилище на р. Чёрная (61°20' с.ш., 73°22' в.д.), 25.08.2009; там же, протока р. Чёрная (61°19' с.ш., 73°20' в.д.), 25.09.2009; там же, Нефтеюганский р-н, оз. Голубое (61°05' с.ш., 72°40' в.д.), 23.08.2016; Омская обл., Тарский р-н, пойма р. Иртыш, оз. Фрунзенское (56°49' с.ш., 74°32' в.д.), 12.09.2011; там же, Большереченский р-н, р. Большая (56°06' с.ш., 74°39' в.д.), 24.07.2013; там же, Называевский р-н, 10 км юго-восточнее г. Называевска, котлован (55°31' с.ш., 71°34' в.д.), 14.08.2010; там же, Саргатский р-н, протока в пойме р. Иртыш (55°43' с.ш., 74°04' в.д.), 19.08.2017; там же, Любинский р-н, долина р. Иртыш, временный водоём в канаве (55°24' с.ш., 73°02' в.д.), 10.09.2012; там же, Омский р-н, окрестности пос. Усть-Заостровка, оз. Почекаево (54°46' с.ш., 73°37' в.д.), 06.07.2013 (прил. 2, рис. 13).

Местообитания вида отмечены на мелководьях 0,1–1,0 (1,2) м с глинистыми, серыми и тёмно-серыми тонкодетритными илистыми, реже – заиленными песчаными и грубодетритными грунтами. В изученных местообитаниях вода имела pH = 6,6–7,9, цветность 40–180 градусов, содержание гидрокарбонатов 53,1–180,6 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, гидрокарбонатно-натриевый, минерализацию 0,13–0,31 г/дм³, общую жёсткость 1,46–3,17 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 30,2–2215,5 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,8 мкг/дм³, Ni – 0,2–0,4 мкг/дм³, Zn – 5,8–28,0 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,0–0,5 мкг/дм³, Cu – 0,4–0,8 мкг/дм³, Mn – 10,2–35,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02–0,03 мг/дм³. *Spirogyra crassa* – вид типично пресноводный нейтрофильный мезотрофный бета-мезосапробный умеренно ферротолерантный.

Вид отмечен в лесной и лесостепной зонах. Фертильные популяции обнаружены в середине лета – начале осени (Свириденко и др., 2012 а, б; 2013 б, в; 2014 б; 2018 б).

Ареал вида охватывает Европу, Северную Америку, Австралию, южную Африку (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России вид известен на Кавказе, на Западно-Сибирской равнине – в р. Оша в Омской обл. (Андреев и др., 1963), в озёрах по трассе Кеть-Касского канала и в р. Ушайка у Томска (Триполитова, 1928; Рундина, 1998).

4. *Spirogyra daedalea* Lagerheim 1888 – Спирогира узорчатая. Вегетативные клетки (29) 33–36 (44) мкм шир., 180–330 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропласт 1, с 2–3,5 оборотами спирали. Конъюгация боковая и лестничная, конъюгационный канал выдается не более чем на половину ширины клетки (нить при этом незначительно изогнута).

Воспринимающие клетки не вздутые и слегка вздутые с двух сторон, нередко отделяющиеся друг от друга, что приводит к выраженной фрагментации таллома. Зигоспоры эллипсоидные, со слегка заострёнными вершинами, (30) 34–46 (58) мкм шир., (44) 53–83 (98) мкм дл. (прил. 1, рис. 12). Мезоспорий толстый, жёлтый или коричневый, с изогнутыми утолщениями, образующими сеть. Известно образование редких партеноспор (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, г. Сургут, водохранилище Сайма (61°14' с.ш., 73°25' в.д.), 26.08.2009; Омская обл., Саргатский р-н, окрестности пос. Урусово, временный водоём в канаве (55°38' с.ш., 73°13' в.д.), 11.07.2014; там же, водоток в озёрной котловине (55°38' с.ш., 73°12' в.д.), 14.07.2014, 20.07.2014; Омский р-н, окрестности пос. Новая Станица, протока р. Иртыш (54°50' с.ш., 73°20' в.д.), 01.08.2010; там же, Любинский р-н, окрестности пос. Любино-Малороссы, долина р. Иртыш, протока (55°13' с.ш., 73°00' в.д.), 18.07.2015 (прил. 2, рис. 14).

Вид собран на мелководьях до 0,4–0,7 м с заиленными глинистыми и серыми тонкодетритными илистыми грунтами. В экотопах вода имела pH = 6,7–7,8, цветность 63–107 градусов, содержание гидрокарбонатов 31,7–309,9 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, общую минерализацию 0,09–0,67 г/дм³, общую жёсткость 1,16–6,01 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 29,4–829,4 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,3 мкг/дм³, Ni – 0,2–2,7 мкг/дм³, Zn – 11,5–27,4 мкг/дм³, Cd – 0,0–0,2 мкг/дм³, Cr – 0,2–0,3 мкг/дм³, Cu – 0,7–1,5 мкг/дм³, Mn – 1,7 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,01–0,06 мг/дм³. *Spirogyra daedalea* – типично пресноводный нейтрофильный мезотрофный бета-мезосапробный вид.

В фертильном состоянии вид был отмечен во второй половине лета в водных объектах лесной и лесостепной зон (Свириденко и др., 2015 б, в; *Свириденко и др., 2016 а).

Вид *Spirogyra daedalea* указан как редкий в Европе (юг России, Украина, Германия, Финляндия, Литва, Югославия), Азии (север Индии), Северной Америке, на севере Африки (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). Для Западно-Сибирской равнины вид *Spirogyra daedalea* был приведён впервые (Свириденко и др., 2015 б).

5. *Spirogyra decimina* (O.F. Müller) Dumortier 1822 – Спирогира десятичная. Вегетативные клетки (17) 20–40 (42) мкм шир., (66) 150–215 (239) мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропласт преимущественно 1, редко их 2, с 1–2 оборотами спирали (Czurda, 1932; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). Указывают также от 1 до 3 хлоропластов (Transeau, 1951), однако эта информация другими авторами не подтверждается. Конъюгация лестничная и боковая. Конъюгационный канал при лестничной конъюгации образован обеими клетками, иногда с преобладанием отдающей клетки. При боковой конъюгации конъюгационный канал выдаётся на четвертую часть или до половины ширины клетки, таллом при этом прямой или слегка изогнутый. Воспринимающие клетки невздутые или слабо вздутые со стороны конъюгационного канала или с обеих сторон, до 44 мкм шир. Клетки без конъюгационной пары невздутые, реже – сильно вздутые. Зигоспоры эллипсоидные, (16) 26–32 (44) мкм шир., (26) 31–83 (113) мкм дл. (прил. 1, рис. 13). Мезоспорий толстый, жёлтый или жёлто-коричневый, гладкий. Известно также редкое образование эллипсоидных или почти шаровидных партеноспор до 29–38 мкм шир., 32–64 мкм дл. (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Белоярский р-н, озеро без названия в долине р. Казым (63°31' с.ш., 70°36' в.д.), 17.07.2016; там же, озеро без названия (63°30' с.ш., 70°40' в.д.), 20.07.2016; там же, озеро без названия (63°30' с.ш., 70°41' в.д.), 20.07.2016; там же, внутриболотное озеро (63°39' с.ш., 71°01' в.д.), 09.07.2017; там же, речка без названия (63°39' с.ш., 71°02' в.д.), 10.07.2017; там же, г. Сургут, водохранилище Сайма (61°14' с.ш., 73°25' в.д.), 16.09.2008, 26.08.2009; там же, водохранилище на р. Чёрная (61°20' с.ш., 73°22' в.д.), 25.08.2009; там же, Сургутский р-н, долина р. Обь, р. Глухая (61°17' с.ш., 72°57' в.д.), 28.08.2009; там же, р. Калинка (приток р. Обь) (60°54' с.ш., 73°06' в.д.), 15.07.2010; там же, временный водоём в канаве (61°16' с.ш., 73°30' в.д.), 10.08.2013; там же, временный водоём в пойме р. Аношкина (61°24' с.ш., 71°54' в.д.), 04.09.2010; там же, долина протоки Берёзовая, старица (61°09' с.ш., 73°39' в.д.), 06.10.2013; там же, Нижневартовский р-н, озеро в окрестности г. Покачи (61°45' с.ш., 75°35' в.д.), 20.07.2013; там же, долина р. Глубокий Сабун в природном парке «Сибирские Увалы», озеро без названия (62°23' с.ш., 81°20' в.д.), 04.08.2007; там же, нефтезагрязнённое озеро без названия (61°56' с.ш., 74°51' в.д.), 13.09.2014; там же, Нефтеюганский р-н, долина р. Обь, временный водоём на нефтезагрязнённом участке (61°09' с.ш., 73°01' в.д.), 04.10.2009; там же, долина р. Обь, временный водоём на нефтезагрязнённом участке (61°10' с.ш., 73°01' в.д.), 27.09.2009; там же, долина р. Обь, пойменное озеро (60°58' с.ш., 72°38' в.д.), 04.10.2009; там же, оз. Голубое (61°05' с.ш., 72°40' в.д.; 61°07' с.ш., 72°32' в.д.), 23.08.2016; там же, озеро без названия в долине р. Юганская Обь (61°04' с.ш., 73°01' в.д.), 16.09.2016; там же, Советский р-н, 30 км юго-восточнее пос. Тимкапауль, канава по краю болота (61°28' с.ш.,

62°16' в.д.), 04.07.2009; Омская обл., Тарский р-н, пойма р. Иртыш, оз. Фрунзенское (56°49' с.ш., 74°32' в.д.), 06.08.2011; там же, окрестности д. Петрово, временный водоток (56°57' с.ш., 74°13' в.д.), 15.07.2013; там же, окрестности д. Чекрышево, пойма р. Степановка, временный водоём (56°55' с.ш., 74°17' в.д.), 30.05.2013; там же, временный водоём (57°05' с.ш., 72°23' в.д.), 19.06.2013; там же, Седельниковский р-н, окрестности д. Рогозино, р. Каинсас (56°56' с.ш., 75°56' в.д.), 21.06.2013; там же, Большереченский р-н, окрестности д. Гушино, р. Поперечная (56°00' с.ш., 74°40' в.д.), 24.07.2013; там же, в 2,5 км севернее д. Берняжка, оз. Сыир-Суйган (56°39' с.ш., 74°34' в.д.), 02.07.2013; там же, Саргатский р-н, протока в пойме р. Иртыш (55°43' с.ш., 74°04' в.д.), 19.08.2017; там же, Называевский р-н, окрестности д. Черемновка, временный водоём в канаве (55°25' с.ш., 71°48' в.д.), 21.07.2013; там же, 10 км восточнее г. Называевска, озеро без названия (займище) (55°30' с.ш., 71°34' в.д.), 22.07.2015; там же, Любинский р-н, окрестности пос. Алексеевка, котлован (55°21' с.ш., 72°07' в.д.), 08.07.2013; там же, Москаленский р-н, оз. Райнфельд (54°55' с.ш., 72°29' в.д.), 02.07.2015; там же, г. Омск, Омский нефтеперерабатывающий завод, пруд (55°06' с.ш., 73°10' в.д.), 02.07.2017; там же, озеро без названия (54°56' с.ш., 73°27' в.д.), 22.07.2017; там же, Калачинский р-н, оз. Стеклоанное (54°35' с.ш., 74°53' в.д.), 15.08.2016; там же, Таврический р-н, окрестности пос. Луговое, долина р. Иртыш, р. Ачаирка (54°36' с.ш., 73°55' в.д.), 30.07.2015; там же, Павлоградский р-н, окрестности д. Юрьевка, водоём в овраге (54°01' с.ш., 73°23' в.д.), 09.05.2013; там же, Черлакский р-н, озеро без названия (54°14' с.ш., 75°25' в.д.), 10.08.2016; там же, озеро без названия (54°07' с.ш., 74°54' в.д.), 10.08.2016; Курганская обл.,

Варгашинский р-н, оз. Лихачёвское (55°30' с.ш., 65°59' в.д.), 28.07.2017; Казахстан, Павлодарская обл., водохранилище-охладитель Экибастузской ГРЭС-2 (52°00' с.ш., 75°25' в.д.), 17.09.2012 (прил. 2, рис. 15).

Вид отмечен на мелководьях 0,1–1,0 (1,2) м с тонкодетритными серыми и тёмно-серыми илистыми, песчаными, глинистыми, грубодетритными бурыми илистыми и торфяными грунтами. В экотопах вода имела pH = 5,6–9,2, цветность 27–491 градусов, содержание гидрокарбонатов 6,1–687,2 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, хлоридно-натриевый, сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-хлоридно-магниевый-натриевый, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый, сульфатно-хлоридно-натриевый, общую минерализацию 0,01–4,08 (17,10) г/дм³, общую жёсткость 0,11–27,89 (107,07) мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 0,2–1979,9 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,9 мкг/дм³, Ni – 0,0–9,2 мкг/дм³, Zn – 0,0–48,8 мкг/дм³, Cd – 0,0–0,2 мкг/дм³, Cr – 0,0–1,2 мкг/дм³, Cu – 0,0–4,1 мкг/дм³, Mn – 0,1–253,4 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,01–2,03 мг/дм³.

Этот вид относится к наиболее эвритопным представителям нитчатых зигнемовых водорослей, способным выдерживать солёность воды до 0,30–0,48 промилле (Рундина, 1998). Среди всех видов этой группы, обнаруженных на Западно-Сибирской равнине, он зарегистрирован в воде с экстремально высокой концентрацией нефтяных углеводородов наряду с *Zygnema stellinum* (*Свириденко, Свириденко, 2015).

С учётом полученных данных по экологии, *Spirogyra decimina* – среднесолоновато-пресноводный индифферентный к

активной реакции воды мезо-евтрофный бета-альфа-мезосапробный умеренно ферротолерантный вид.

Фертильные образцы вида собраны в водных объектах лесной, лесостепной и степной зон Западно-Сибирской равнины (Окуловская, Свириденко, 2010; Свириденко и др., 2010 а, б, в, г; 2011; 2012 а, б; 2013 б, в, е, ж; 2014 б; 2015 а, в; 2018 б; Свириденко, Свириденко, 2008 а, б; *Свириденко, Свириденко, 2009, 2015, 2017; Sviridenko et al., 2015).

Ареал этого полиморфного вида охватывает различные регионы Европы, Азии, Африки, Северной и Южной Америки (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

В России вид считается повсеместно распространённым, известным на всей европейской части, на Южном Урале, на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в р. Язевка по трассе Кеть-Касского канала и в озере у г. Томска, также в Республике Саха (Якутия) и на Дальнем Востоке (Триполитова, 1928; Рундина, 1998; Васильева-Кралина и др., 2005; Свириденко и др., 2013 г).

6. *Spirogyra dictyospora* C.-C. Jao 1935 – Спирогира сетчатоспоровая. Вегетативные клетки (25) 30–31 (35) мкм шир., 55–144 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропластов 3, реже 2 или 4, с 2–5 оборотами спирали. Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал образован обеими клетками. Воспринимающие клетки вздутые со всех сторон до размеров зигоспор. Зигоспоры эллипсоидные и цилиндрически-эллипсоидные, с закругленными вершинами, (32) 41–46 (55) мкм шир., (57) 76–103 (116) мкм дл. (прил. 1, рис. 14). Мезоспорий толстый, жёлто-коричневый, с толстым внутренним слоем, покрытым извилистыми морщинистыми или сетчатыми утолщениями (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Нефтеюганский р-н, окрестности г. Нефтеюганска, долина протоки Окопас, временный водоём (61°06' с.ш., 72°42' в.д.), 24.07.2016; Омская обл., Называевский р-н, окрестности пос. Жирновка, оз. Гришино (55°22' с.ш., 71°19' в.д.), 22.07.2015 (прил. 2, рис. 16).

Вид встречен на мелководьях 0,1–0,5 м с песчаными и серыми тонкодетритными илистыми грунтами. В экотопах этого вида вода имела рН = 7,5–8,5, цветность 27–473 градуса, содержание гидрокарбонатов 41,0–345,3 мг/дм³, состав хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый, гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,06–1,35 г/дм³, общую жёсткость 0,68–9,77 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 0,2–144,1 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,3 мкг/дм³, Ni – 0,3–7,3 мкг/дм³, Zn – 22,0–31,7 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,2–0,3 мкг/дм³, Cu – 1,2–1,5 мкг/дм³, Mn – 0,5–2,9 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,01–0,08 мг/дм³. *Spirogyra dictyospora* – условно-пресноводный алкалофильный олиго-мезотрофный олиго-бета-мезосапробный вид.

Этот вид отмечен в водных объектах лесной и лесостепной зон. Фертильные талломы собраны в середине лета (*Свириденко и др., 2016 а).

Новый для Западно-Сибирской равнины вид *Spirogyra dictyospora* (*Свириденко и др., 2016 а) известен как редкий в Европе (Нидерланды), Азии (Китай, Индия, Узбекистан, Казахстан), Северной Америке (США), на севере Африки (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

7. *Spirogyra fluviatilis* Hilse 1863 – Спирогира речная. Вегетативные клетки (26) 30–45 (52) мкм шир., 70–240 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропластов (2) 3–4 (6), с

1,5–3,5 оборотами спирали. Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал образован обеими клетками равномерно, иногда с преобладанием отдающей клетки или полностью отдающей клеткой. Воспринимающие клетки сильно вздутые со всех сторон. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры широкоэллипсоидные, иногда удлинённо-эллипсоидные, (37) 47–65 (85) мкм шир., (41) 68–110 (140) мкм дл. (прил. 1, рис. 15, а, б). Мезоспорий толстый, тёмно-коричневый, морщинистый и морщинисто-точечный (у зрелых зигоспор – с густо расположенными зубцами) (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, г. Сургут, водохранилище Сайма (61°14' с.ш., 73°25' в.д.), 16.09.2008, 26.08.2009; там же, Нефтеюганский р-н, долина р. Обь, пойменное озеро, (60°58' с.ш., 72°38' в.д.), 04.10.2009; там же, временный водоём на нефтезагрязнённом участке (61°09' с.ш., 73°01' в.д.), 04.10.2009; там же, оз. Голубое (61°05' с.ш., 72°40' в.д.), 23.08.2016; Омская обл., Омский р-н, окрестности пос. Новая Станица, котлован (54°49' с.ш., 73°21' в.д.), 25.07.2015 (прил. 2, рис. 17).

Вид отмечен на мелководьях 0,1–1,2 м с тонкодетритными серыми илистыми, грубодетритными бурыми илистыми и песчаными грунтами. В экотопах вода имела рН = 7,6–7,9, цветность 63–304 градуса, содержание гидрокарбонатов 77,0–309,9 мг/дм³, состав хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый, гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,09–0,64 г/дм³, общую жёсткость 1,16–5,28 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 26,2–829,3 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,2 мкг/дм³, Ni – 0,3–1,6 мкг/дм³, Zn – 11,5–31,7 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,2 мкг/дм³, Cu – 0,9–1,2 мкг/дм³, Mn – 0,5–5,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных

углеводородов составляла 0,02–0,08 мг/дм³. *Spirogyra fluviatilis* – типично пресноводный слабоалкалифильный олиго-мезотрофный бета-мезосапробный вид.

В фертильном состоянии вид собран с середины лета до начала осени в лесной и лесостепной зонах (Свириденко и др., 2010 а, б; 2018 б).

Ареал вида включает Европу, Азию (Казахстан, Киргизия, Узбекистан, Туркмения, Китай, Индия), Северную и Южную Америку (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

В России вид обычен в европейской части, в Сибири отмечен в Республике Саха (Якутия), на Чукотке (Рундина, 1998; Комаренко, Васильева, 1978; Васильева-Кралина и др., 2005). На Западно-Сибирской равнине вид был обнаружен впервые (Свириденко и др., 2010 а).

8. *Spirogyra gracilis* Kützing 1849 – Спирогира изящная. Вегетативные клетки 16–24 (26) мкм шир., 50–100 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропласт 1, редко их 2, с 0,5–4 оборотами спирали. Конъюгация лестничная и боковая. Конъюгационный канал при лестничной конъюгации образован преимущественно отдающей клеткой, иногда только отдающей клеткой, часто неотчётливо отграничен от воспринимающей клетки. При боковой конъюгации конъюгационный канал выдаётся на треть ширины клетки, таллом при этом прямой или слабо изогнутый. Воспринимающие клетки вздутые почти всегда со стороны конъюгационного канала, обычно отделяются друг от друга после конъюгации, при этом таллом фрагментируется. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры эллипсоидные, 22–34 (38) мкм шир., (36) 38–67 (75) мкм дл. (прил. 1, рис. 15, в–е). Мезоспорий толстый, жёлто-коричневый, гладкий (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Белоярский р-н, озеро без названия в долине р. Казым (63°30' с.ш., 70°34' в.д.), 23.07.2016; Омская обл., Муромцевский р-н, окрестности д. Танатово, пойма р. Иртыш, канава (56°24' с.ш., 74°48' в.д.), 25.08.2013; там же, Любинский р-н, окрестности пос. Алексеевка, котлован (55°21' с.ш., 72°07' в.д.), 08.07.2013; там же, Любинский р-н, окрестности пос. Мокшино, придорожная канава (55°20' с.ш., 72°17' в.д.), 08.07.2013 (прил. 2, рис. 18).

Вид обитает на мелководьях 0,1–0,8 (1,0) м с супесчаными, и заиленными суглинистыми грунтами. В экотопах вода имела рН = 6,8–7,6, цветность 69 градусов, содержание гидрокарбонатов 12,2–300,1 мг/дм³, состав хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый, гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,02–0,30 г/дм³, общую жёсткость 0,17–2,70 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 355,3 мкг/дм³, Pb – 0,1 мкг/дм³, Ni – 0,4 мкг/дм³, Zn – 8,7 мкг/дм³, Cd – 0,1 мкг/дм³, Cr – 0,6 мкг/дм³, Cu – 0,1 мкг/дм³, Mn – 6,4 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,04 мг/дм³. *Spirogyra gracilis* – типично пресноводный (ультрапресноводный) нейтрофильный олиго-мезотрофный бета-мезосапробный вид.

В фертильном состоянии образцы этого вида собраны в лесной и лесостепной зонах в середине и во второй половине лета (Свириденко и др., 2014 б; 2018 б; Свириденко, Свириденко, 2017).

Вид с широким ареалом, охватывающим Европу, Азию, Северную Америку (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России вид считается распространённым повсюду (Рундина, 1998), на Западно-Сибирской равнине был

отмечен в р. Язевка по трассе Кеть-Касского канала (Триполитова, 1928).

9. *Spirogyra hassallii* (Jenner ex Hassall) P. Crouan et H. Crouan 1867 – Спирогира Хассалля. Вегетативные клетки (26) 30–33 (35) мкм шир., 100–250 мкм дл. Поперечные стенки клеток складчатые. Хлоропластов 2 (3–4), слабо или довольно значительно извитые (с 1,5–5 оборотами спирали). Конъюгация боковая, редко лестничная. Конъюгационный канал при лестничной конъюгации образован обеими клетками, иногда с преобладанием отдающей клетки. При боковой конъюгации канал выдаётся на половину ширины клетки, таллом при этом прямой или слабо изогнутый. Воспринимающие клетки чаще веретеновидно вздутые со всех сторон до 50 мкм шир. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры эллипсоидные или цилиндрически-эллипсоидные, (30) 39–48 (54) мкм шир., (52) 58–169 (223) мкм дл. (прил. 1, рис. 16). Мезоспорий толстый, жёлтый или жёлто-коричневый, гладкий. Известно образование редких партеноспор 38–40 мкм шир., 47–72 мкм дл. (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Белоярский р-н, озеро без названия в долине р. Казым (63°30' с.ш., 70°35' в.д.), 18.07.2016; там же, озеро без названия (63°29' с.ш., 70°44' в.д.), 21.07.2016; там же, озеро без названия (63°30' с.ш., 70°34' в.д.), 23.07.2016; там же, Сургутский р-н, озеро без названия (61°20' с.ш., 72°22' в.д.), 06.10.2013; там же, окрестности пос. Юган, временный водоём (60°52' с.ш., 73°39' в.д.), 03.07.2014; там же, протока (60°52' с.ш., 73°42' в.д.), 22.06.2014; Омская обл., Тарский р-н, окрестности д. Чекрушево, левобережная пойма р. Степановка, временный водоём (56°55' с.ш., 74°17' в.д.), 30.05.2013; там же, правобережье долины р. Уй, временный водоём (56°57' с.ш.,

75°54' в.д.), 18.06.2013; там же, Называевский р-н, канава по краю тростникового займища (55°30' с.ш., 71°34' в.д.), 01.09.2016 (прил. 2, рис. 19).

Вид собран на мелководьях 0,1–0,7 (1,0) м с грубодетритными бурями илами, тонкодетритными тёмно-серыми и чёрными илами, заиленными песками.

В экотопах вода имела рН = 6,7–7,5, цветность 69–491 градус, содержание гидрокарбонатов 12,2–642,9 мг/дм³, состав хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый, гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,01–1,69 г/дм³, общую жёсткость 0,09–10,62 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 34,6–1026,6 мкг/дм³, Pb – 0,1–1,0 мкг/дм³, Ni – 0,3–2,2 мкг/дм³, Zn – 6,3–43,1 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,0–0,8 мкг/дм³, Cu – 0,1–1,4 мкг/дм³, Mn – 1,0–49,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02–0,04 мг/дм³. *Spirogyra hassallii* – условно-пресноводный нейтрофильный олиго-мезотрофный олиго-бета-мезосапробный вид.

Этот вид в фертильном состоянии отмечен с начала лета до начала осени в водных объектах лесной и лесостепной зон (Свириденко и др., 2014 б; 2015 в; 2018 б; Свириденко, Свириденко, 2017).

Вид с широким ареалом, охватывающим Европу, Азию, Северную Америку, север Африки (Transeau, 1951). В России известен в европейской части, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке (Рундина, 1998). На Западно-Сибирской равнине этот вид был обнаружен впервые (Свириденко и др., 2014 б).

10. *Spirogyra hungarica* Langer 1932 – Спирогира венгерская. Вегетативные клетки 53–56 мкм шир., 150–400 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропласт 1, извитой,

с 6–10 оборотами спирали. Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал образован преимущественно отдающей клеткой. Воспринимающие клетки невздутые или слабо вздутые со стороны конъюгационного канала. Зигоспоры удлинённо-эллипсоидные, с заострёнными вершинами, 45–53 мкм шир., 120–148 мкм дл. (прил. 1, рис. 17). Мезоспорий жёлто-коричневый, гладкий (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Омская обл., Большереченский р-н, д. Шуево, оз. Кольтюбаевка (56°31' с.ш., 74°39' в.д.), 23.07.2013; там же, Любинский р-н, временный водоём на окраине займища (55°24' с.ш., 72°01' в.д.), 10.07.2016 (прил. 2, рис. 20).

Вид собран на мелководьях 0,1–0,9 (1,0) м с глинистыми илами и почвогрунтами. В изученном экотопе вода имела рН = 7,9, цветность 161 градус, содержание гидрокарбонатов 280,7 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,49 г/дм³, общую жёсткость 4,55 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 28,7 мкг/дм³, Pb – 0,2 мкг/дм³, Ni – 1,1 мкг/дм³, Zn – 20,1 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,3 мкг/дм³, Cu – 0,3 мкг/дм³, Mn – 0,6 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02 мг/дм³. Слабо изученный вид *Spirogyra hungarica* вероятно относится к типично пресноводным слабоалкалифильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным представителям нитчатых зигнемовых водорослей.

В фертильном состоянии вид отмечен в середине лета на крайнем юге лесной и в лесостепной зонах (Свириденко и др., 2014 б; 2015 б; 2018 б).

Вид считается очень редким, известным только из Венгрии (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). На

Западно-Сибирской равнине он был отмечен впервые (Свириденко и др., 2014 б).

11. *Spirogyra inflata* (Vaucher) Dumortier 1822 – **Спирогира вздутая.** Vegetативные клетки (14) 15–21 (24) мкм шир., 45–230 мкм дл. Поперечные стенки клеток складчатые. Хлоропласт 1, редко их 2, с 2,5–6 оборотами спирали. Конъюгация боковая и лестничная. При боковой конъюгации конъюгационный канал выдаётся до половины или до трёх четвертей ширины клетки, таллом при этом прямой или более-менее значительно изогнутый. Конъюгационный канал при лестничной конъюгации образован преимущественно или исключительно отдающей клеткой, реже обеими клетками. Воспринимающие клетки сильно веретеновидно, реже цилиндрически вздутые до 35–48 (60) мкм шир. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры эллипсоидные, (21) 27–36 (50) мкм шир., (35) 40–76 (105) мкм дл. (прил. 1, рис. 18, а, б). Мезоспорий жёлто-коричневый или жёлтый, гладкий. Известно образование партеноспор: эллипсоидных, до 32 мкм шир., 52 мкм дл., или шаровидных, до 17 мкм диам. (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Белоярский р-н, озеро без названия в долине р. Казым (63°30' с.ш., 70°35' в.д.), 18.07.2016; там же, озеро без названия (63°30' с.ш., 70°40' в.д.), 20.07.2016; там же, Советский р-н, 30 км юго-восточнее пос. Тимкапауль, канава по краю болота (61°28' с.ш., 62°16' в.д.), 04.07.2009; Омская обл., Седельниковский р-н, окрестности пос. Кейзес, левобережная пойма р. Каинсасс, временный водоём (56°06' с.ш., 75°40' в.д.), 21.06.2013 (прил. 2, рис. 21).

Местообитания вида зарегистрированы на мелководьях 0,1–0,5 м с заиленными песчаными и бурыми грубодетритными

илистыми грунтами. В экотопах вода имела рН = 6,7–7,1, цветность 59–69 градусов, содержание гидрокарбонатов 13,2–26,8 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,02–0,04 г/дм³, общую жёсткость 0,19–0,38 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 188,4–1026,6 мкг/дм³, Pb – 0,2–0,3 мкг/дм³, Ni – 0,3–0,5 мкг/дм³, Zn – 15,0–21,6 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,5 мкг/дм³, Cu – 0,1 мкг/дм³, Mn – 3,4–7,9 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,01–0,02 мг/дм³. *Spirogyra inflata* – ультрапресноводный нейтрофильный олиго-мезотрофный олиго-бета-мезосапробный вид.

Вид в фертильном состоянии отмечен в середине лета в лесной зоне (Свириденко, Свириденко, 2017; Свириденко и др., 2018 б).

Вид *Spirogyra inflata* имеет широкий ареал, охватывающий Европу, Азию, Северную Америку, Африку (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России считается обычным видом (Рундина, 1998), известным в том числе на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в р. Басандайка у Томска (Триполитова, 1928).

12. *Spirogyra insignis* (Hassall) Kützing 1849 – Спирогира заметная. Вегетативные клетки (30) 39–45 (48) мкм шир., 150–590 мкм дл. Поперечные стенки клеток складчатые. Хлоропластов (1) 2–4 (часто их 3), довольно тонких и слабо извитых (с 0,5–1,5 оборотами спирали). Конъюгация лестничная и боковая с преобладанием одной из них, иногда только лестничная. Конъюгационный канал при лестничной конъюгации образован обеими клетками или только отдающей клеткой, иногда довольно короткий. При боковой конъюгации конъюгационный канал выдаётся на треть или до половины

ширины клетки, ушковидный или слабо выраженный, таллом при этом прямой или слабо изогнутый. Концы фертильных талломов часто закручиваются. Воспринимающие клетки при лестничной конъюгации веретенновидно или цилиндрически-веретенновидно вздутые с обеих сторон или почти исключительно со стороны конъюгационного канала. При боковой конъюгации воспринимающие клетки невздутые, слабо веретенновидно или цилиндрически-веретенновидно вздутые, иногда слабо вздутые с обеих сторон. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры эллипсоидные или цилиндрически-эллипсоидные, с более-менее закруглёнными вершинами, (28) 40–48 (65) мкм шир., (42) 60–140 (200) мкм дл. (прил. 1, рис. 18, *в–е*). Мезоспорий толстый, жёлто-бронзовый или коричневый, гладкий.

Местонахождения: Тюменская обл., ЯНАО, Пуровский р-н, пойма р. Пур, окрестности пос. Коротчаево, озеро без названия (65°58' с.ш., 78°19' в.д.), 22.08.2009; там же, ХМАО – Югра, Нижневартовский р-н, долина р. Глубокий Сабун в природном парке «Сибирские Увалы», озеро на правом берегу в окрестности базы «Брусовая» (62°38' с.ш., 82°05' в.д.), 31.07.2007; там же, Белоярский р-н, озеро без названия в долине р. Казым (63°29' с.ш., 70°44' в.д.), 21.07.2016; там же, Сургутский р-н, окрестности пос. Юган, временный водоём (60°53' с.ш., 73°42' в.д.), 23.06.2014; там же, временный водоём (60°52' с.ш., 73°39' в.д.), 03.07.2014; там же, г. Сургут, водохранилище Сайма (61°14' с.ш., 73°25' в.д.), 26.08.2009; там же, Нефтеюганский р-н, оз. Голубое (61°05' с.ш., 72°40' в.д.), 23.08.2016; Омская обл., Тарский р-н, окрестности д. Петрово, временный водоток (56°57' с.ш., 74°13' в.д.), 15.07.2013 (прил. 2, рис. 22).

Вид зарегистрирован на мелководьях 0,1–1,2 м с торфянистыми, грубодетритными илистыми грунтами. В экотопах вода имела pH = 6,7–7,9, цветность 63–226 градусов, содержание гидрокарбонатов 13,2–76,9 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, гидрокарбонатно-кальциевый, хлоридно-гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,02–0,13 г/дм³, общую жёсткость 0,21–1,63 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 26,2–852,5 мкг/дм³, Pb – 0,0–1,0 мкг/дм³, Ni – 0,3–0,9 мкг/дм³, Zn – 6,3–31,7 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,2–0,8 мкг/дм³, Cu – 0,3–1,5 мкг/дм³, Mn – 0,5–26,8 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02–0,08 мг/дм³. *Spirogyra insignis* – ультрапресноводный нейтрофильный олиго-мезотрофный олиго-бета-мезосапробный вид.

В фертильном состоянии этот вид обнаружен в середине и во второй половине лета в водных объектах лесотундровой и лесной зон (Свириденко и др., 2014 б; 2015 а, в; 2018 б; Sviridenko et al., 2015; Свириденко, Свириденко, 2017).

Вид относится к широко распространённым в Европе, Азии (Казахстан, Узбекистан, Китай), Северной Америке (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России повсеместно встречается в европейской части, в Сибири – в Республике Саха (Якутия) (Комаренко, Васильева, 1978; Руднина, 1998; Васильева-Кралина и др., 2005), на юго-востоке Западно-Сибирской равнины – у Томска (Триполитова, 1928).

13. *Spirogyra irregularis* Nägeli ex Kützing 1849 – **Спирогира неправильная**. Вегетативные клетки (31) 37–39 (43) мкм шир., (65) 152–176 (250) мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропластов 2–4, слабо извитые, с 0,5–2 оборотами спирали. Конъюгация лестничная и, реже, боковая.

При лестничной конъюгации конъюгационный канал образован обеими клетками. При боковой конъюгации конъюгационный канал выдаётся до половины ширины клетки, при этом таллом остаётся прямым. Воспринимающие клетки невздутые. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры эллипсоидные или эллипсоидно-цилиндрические, с широко закруглёнными вершинами, (30) 36–39 (46) мкм шир., (34) 67–83 (105) мкм дл. (прил. 1, рис. 19, а, б). Мезоспорий толстый, жёлто-коричневый или жёлтый, гладкий. Известно образование партеноспор, сходных с зигоспорами (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождение: Омская обл., Тарский р-н, пойма р. Иртыш, оз. Сеитовское (57°00' с.ш., 74°13' в.д.), 19.07.2011 (прил. 2, рис. 23).

Образцы вида собраны на мелководье до 1 м с глинистыми и заиленными песчаными грунтами. В экотопе вода имела рН = 7,8, цветность 63 градуса, содержание гидрокарбонатов 200,1 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,43 г/дм³, общую жёсткость 3,74 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 11,3 мкг/дм³, Pb – 0,1 мкг/дм³, Ni – 0,6 мкг/дм³, Zn – 37,8 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,0 мкг/дм³, Cu – 0,0 мкг/дм³, Mn – 0,0 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,01 мг/дм³. *Spirogyra irregularis* вероятно является типично пресноводным нейтрофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным видом.

В фертильном состоянии вид был обнаружен в середине лета на юге лесной зоны Омской обл. (Свириденко и др., 2012 а, б; 2013 б, в).

Вид известен в Европе, Азии и Северной Америке (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984). В России вид *Spirogyra irregularis* отмечен в европейской части, на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в реках Томь и Ушайка у Томска (Триполитова, 1928; Рундина, 1998).

14. *Spirogyra majuscula* Kützing 1849 – Спирогира крупноватая. Вегетативные клетки 50–80 (100) мкм шир., 80–500 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропластов (3) 5–8 (10), слабо извитые (0,5 оборота спирали) или почти прямые. Конъюгация боковая и лестничная, с преобладанием одной из них, иногда совмещённые в конъюгирующих талломах. При лестничной конъюгации конъюгационный канал образован обеими клетками. При боковой конъюгации конъюгационный канал широкий, иногда ушковидный, выдаётся до половины ширины клетки, при этом таллом остаётся прямым. Воспринимающие клетки невздутые или значительно вздутые со стороны, противоположной конъюгационным каналам. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры линзовидные, в двух положениях круглые и эллиптические, 35–60 (82) мкм толщ., 50–85 (98) мкм диам. (прил. 1, рис. 19, в–е). Мезоспорий толстый, жёлто-коричневый или жёлтый, гладкий. Известно образование партеноспор до 46–51 мкм толщ., 54–65 мкм диам. (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ЯНАО, Пуровский р-н, пойма р. Пур, окрестности пос. Коротчаево, озеро без названия (65°58' с.ш., 78°19' в.д.), 22.08.2009; Тюменская обл., Аромашевский р-н, окрестности пос. Юрминка, дренажная канава в долине р. Вагай (56°45' с.ш., 68°36' в.д.), 16.08.2015; Омская обл., Называевский р-н, временный водоём (55°30' с.ш., 71°31' в.д.), 10.08.2010; там же, Большереченский р-н,

д. Решетниково, старичное озеро (56°18' с.ш., 74°42' в.д.), 23.07.2013; там же, Саргатский р-н, протока в пойме р. Иртыш (55°43' с.ш., 74°04' в.д.), 19.08.2017; там же, Омский р-н, окрестности пос. Новая Станица, котлован (54°49' с.ш., 73°21' в.д.), 25.07.2015 (прил. 2, рис. 24).

Местообитания вида связаны с мелководьями 0,1–0,7 м с песчаными, песчано-илистыми грунтами. В экотопах вида вода имела рН = 6,5–7,6, цветность 40–100 градусов, содержание гидрокарбонатов 13,2–302,6 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, гидрокарбонатно-кальциевый, хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, общую минерализацию 0,06–0,64 г/дм³, общую жёсткость 0,20–5,28 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 30,2–43,5 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,2 мкг/дм³, Ni – 0,2–1,6 мкг/дм³, Zn – 28,0–31,6 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,0–0,3 мкг/дм³, Cu – 0,8–1,3 мкг/дм³, Mn – 2,9–35,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02 мг/дм³. Согласно материалам, полученным на Западно-Сибирской равнине, *Spirogyra majuscula* относится к типично пресноводным нейтрофильным мезотрофным бета-мезосапробным видам нитчатых зигнемовых водорослей. Имеются данные, что этот вид встречается в загрязнённых водах со значительным содержанием железа и повышенной минерализацией (Рундина, 1998).

В фертильном состоянии вид отмечен в середине и во второй половине лета в пределах лесотундровой, лесной, лесостепной и степной зон (Окуловская и др., 2010; Свириденко и др., 2018 б).

Вид с широким ареалом, включающим Европу, Азию (Казахстан, Узбекистан, Китай), Северную и Южную Америку, южную Африку (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина,

1998). В России встречается в европейской части, на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в р. Басандайка у Томска и в р. Язевка по трассе Кеть-Касского канала (Триполитова, 1928), в Восточной Сибири – на территории Республики Саха (Якутия) (Рундина, 1998; Свириденко и др., 2013 г).

15. *Spirogyra maxima* (Hassall) Wittrock in Wittrock et Nordstedt 1882 – Спирогира наибольшая. Vegetативные клетки (70) 92–140 (200) мкм шир., (100) 133–250 (385) мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропластов (3) 5–8 (12), почти прямые или слабоизвитые (с 0,2–0,8, реже с 1–2 оборотами спирали). На поверхности вегетативных клеток обычно имеются многочисленные крестообразные и квадратные кристаллы оксалата кальция, отсутствующие после конъюгации (как у *Spirogyra crassa* и *Spirogyra setiformis*). Конъюгация лестничная и боковая, с преобладанием одной из них. Конъюгационный канал при лестничной конъюгации образован обеими клетками. При боковой конъюгации конъюгационный канал выдаётся незначительно, до трети ширины клетки, округлый, таллом при этом прямой. Воспринимающие клетки невздутые или слабо вздутые. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры линзовидные, в двух положениях круглые и широкоэллиптические, (33) 87–128 (140) мкм толщ., (64) 96–157 (190) мкм диам. (прил. 1, рис. 20). Мезоспорий толстый, жёлто- или тёмно-коричневый, скульптурированный, с извилистыми утолщениями (сетчато-морщинистый), иногда складчато-бородавчатый, точечно-извилистый. Известны редкие эллипсоидные партеноспоры до 49–58 мкм шир., 70–87 мкм дл. (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ЯНАО, Пуровский р-н, р. Ягенетта (65°17' с.ш., 77°41' в.д.), 25.08.2009; там же, ХМАО – Югра, Нефтеюганский р-н, оз. Голубое (61°05' с.ш.,

72°40' в.д.), 23.08.2016; там же, озеро без названия в долине р. Юганская Обь (61°04' с.ш., 73°01' в.д.), 16.09.2016; там же, Кондинский р-н, окрестности г. Урай, временный водоём (60°06' с.ш., 64°40' в.д.), 23.08.2014; Тюменская обл., Ишимский р-н, временный водоём в канаве (56°04' с.ш., 69°29' в.д.), 07.08.2016; там же, Абатский р-н, окрестности пос. Кокуй, старица (56°12' с.ш., 70°20' в.д.), 24.08.2014; там же, старица (56°12' с.ш., 70°20' в.д.), 23.08.2014; Омская обл., Тарский р-н, окрестности д. Екатериновка, оз. Щучье (56°51' с.ш., 74°34' в.д.), 29.08.2012; там же, окрестности д. Петрово, временный водоток (56°57' с.ш., 74°13' в.д.), 15.07.2013; там же, Муромцевский р-н, окрестности пос. Бергамак, пруд в водотоке (56°24' с.ш., 75°02' в.д.), 25.08.2013; там же, Большереченский р-н, окрестности д. Гушино, р. Поперечная (56°00' с.ш., 74°40' в.д.), 24.07.2013; там же, оз. Инберень (55°44' с.ш., 74°01' в.д.), 20.07.2014; там же, Саргатский р-н, долина р. Иртыш, окрестности с. Увальная Бития, р. Большой Исток (протока у дамбы) (55°28' с.ш., 73°20' в.д.), 18.07.2015; там же, протока в пойме р. Иртыш (55°43' с.ш., 74°04' в.д.), 19.08.2017; там же, Называевский р-н, котлован (55°31' с.ш., 71°35' в.д.), 15.09.2007, 14.08.2010; там же, озеро (55°31' с.ш., 71°35' в.д.), 11.09.2010; там же, Любинский р-н, 2,5 км юго-западнее пос. Любино-Малороссы, котлован (55°10' с.ш., 72°58' в.д.), 06.07.2014; там же, 4,5 км юго-западнее с. Увало-Ядрино, оз. Замиралово (западный плёс) (55°19' с.ш., 72°51' в.д.), 22.07.2015; там же, пойма р. Иртыш, временный водоём (55°24' с.ш., 73°02' в.д.), 10.09.2012; там же, Москаленский р-н, окрестности пос. Москаленки, мелководный водоём (54°54' с.ш., 72°18' в.д.), 02.07.2015; там же, Омский р-н, пойма р. Иртыш, временный водоём (54°50' с.ш., 73°20' в.д.), 06.08.2010; Новосибирская обл., Усть-Таркский р-н, озеро без названия (старица) (55°30' с.ш.,

75°49' в.д.), 06.07.2016; Курганская обл., Шадринский р-н, долина р. Исеть, ручей без названия (56°08' с.ш., 63°25' в.д.), 19.07.2017; там же, Притобольный р-н, окрестности д. Камышное, протока р. Тобол (55°05' с.ш., 65°07' в.д.), 05.08.2017; Казахстан, Володарский р-н, р. Иманбурлук в среднем течении (53°21' с.ш., 67°25' в.д.), 26.07.1994 (прил. 2, рис. 25).

Вид встречался на мелководьях 0,1–0,8 (1,0) м с песчаными, заиленными суглинистыми, тонкодетритными серыми илистыми и грубодетритными бурыми илистыми грунтами. В экотопах вида вода имела pH = 6,5–8,8, цветность 27–400 градусов, содержание гидрокарбонатов 71,9–494,8 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, хлоридно-калиево-натриевый, хлоридно-натриевый, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый, хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, общую минерализацию 0,06–1,32 г/дм³, общую жёсткость 0,20–10,33 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 7,9–187,7 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,6 мкг/дм³, Ni – 0,2–8,1 мкг/дм³, Zn – 8,0–35,7 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,0–0,5 мкг/дм³, Cu – 0,1–1,7 мкг/дм³, Mn – 0,2–35,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,00–0,08 мг/дм³. *Spirogyra taxita* – условно-пресноводный нейтро-алкалифильный мезотрофный бета-мезосапробный вид. Л.А. Рундина (1998) отмечает для некоторых форм этого вида способность развиваться в довольно загрязнённых водах, в том числе азотистыми соединениями и при значительном засолении.

В фертильном состоянии вид отмечен с начала лета до начала осени в лесотундровой, лесной, лесостепной и степной зонах (Свириденко и др., 2012 а, б; 2013 а, б, в; 2014 б; 2015 а, в; 2018 б; Sviridenko et al., 2015; *Свириденко, Свириденко, 2016).

Вид распространён в Европе, Азии (Казахстан, Азербайджан, Индия, Китай), Северной и Южной Америке, северной Африке, Австралии (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России вид известен в европейской части (Рундина, 1998) и на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в р. Ушайка у Томска (Триполитова, 1928).

16. *Spirogyra mirabilis* (Hassall) Kützing 1849 – Спирогира удивительная. Вегетативные клетки (18) 20–29 (34) мкм шир., 70–200 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропласт 1, редко их 2, с 4–7 оборотами спирали. Размножение осуществляется в основном апланоспорами, очень редко зигоспорами. Апланоспоры эллипсоидные, шаровидные, веретеновидные или цилиндрические, с закруглёнными вершинами, (18) 23–39 (45) мкм шир., (29) 50–88 (130) мкм дл. Клетки при созревании апланоспор часто сильно вздутые до 38–47 мкм шир., иногда невздутые. Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал образован обеими клетками, слабо выраженный. Воспринимающие клетки довольно сильно вздутые вокруг зигоспор, 29–53 мкм шир. Зигоспоры эллипсоидные, 18–41 мкм шир., (23) 29–85 мкм дл. (прил. 1, рис. 21). Мезоспорий толстый, жёлтый или коричневый, гладкий (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). На территории исследований обнаружены популяции *Spirogyra mirabilis* только с апланоспорами.

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Советский р-н, долина р. Мулымья, временный водоём в карьере (61°12' с.ш., 64°50' в.д.), 08.07.2009; там же, Сургутский р-н, окрестности станции Островная, временный водоём (61°09' с.ш., 73°05' в.д.), 26.06.2014; там же, протока Глухая (61°17' с.ш., 72°57' в.д.), 25.08.2009; Омская обл., Знаменский р-н, окрестности д. Семёновка, пойма р. Оша, озеро без

названия (57°08' с.ш., 73°43' в.д.), 18.06.2013; там же, окрестности д. Слобода, временный водоём (57°07' с.ш., 73°31' в.д.), 18.06.2013 (прил. 2, рис. 26).

Вид собран на мелководьях 0,1–1,0 м с грубодетритными и торфяными илами, а также с почвогрунтами. В изученном экотопе вода имела pH = 6,1, цветность 409 градусов, содержание гидрокарбонатов 7,3 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,06 г/дм³, общую жёсткость 0,29 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 293,5 мкг/дм³, Pb – 0,4 мкг/дм³, Ni – 1,6 мкг/дм³, Zn – 21,1 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,3 мкг/дм³, Cu – 0,9 мкг/дм³, Mn – 7,7 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02 мг/дм³. Вид *Spirogyra mirabilis* вероятно относится к ультрапресноводным слабоацидо-нейтрофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным представителям этой группы.

Образцы вида были отмечены исключительно с апланоспорами в середине лета в лесной зоне (Свириденко и др., 2014 б; 2015 б, в).

Ареал охватывает Европу, Азию (Киргизия, Китай), Северную Америку (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России *Spirogyra mirabilis* встречается в Восточной Сибири – в Республике Саха (Якутия) (Комаренко, Васильева, 1978; Рундина, 1998; Васильева-Кралина и др., 2005). Для Западно-Сибирской равнины вид *Spirogyra mirabilis* был приведён впервые (Свириденко и др., 2014 б).

17. *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing 1849 – Спирогира забытая. Вегетативные клетки (40) 55–67 (75) мкм шир., 100–300 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропластов (1) 2–5 (7), с 1–2,5 оборотами спирали. Конъюгация лестничная,

реже боковая. Конъюгационный канал при лестничной конъюгации образован обеими клетками. Воспринимающие клетки невздутые или слабо вздутые. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры эллипсоидные или эллипсоидно-цилиндрические, (32) 54–64 (69) мкм шир., (50) 75–100 (160) мкм дл. (прил. 1, рис. 22). Мезоспорий толстый, жёлто-коричневый, гладкий. Известны редкие широкоэллипсоидные партеноспоры (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, г. Сургут, водохранилище Сайма (61°14' с.ш., 73°25' в.д.), 16.09.2008, 26.08.2009, 20.08.2013; Омская обл., Муромцевский р-н, окрестности д. Танатово, пойма р. Иртыш, временный водоток (56°24' с.ш., 74°48' в.д.), 25.08.2013; там же, Саргатский р-н, окрестности пос. Урусово, временный водоём в канаве (55°38' с.ш., 73°13' в.д.), 11.07.2014; там же, водоток (малая речка) (55°38' с.ш., 73°12' в.д.), 14.07.2014; там же, протока в пойме р. Иртыш (55°43' с.ш., 74°04' в.д.), 19.08.2017; там же, Называевский р-н, 10 км северо-восточнее г. Называевска, озеро без названия (55°32' с.ш., 71°36' в.д.), 11.09.2010; там же, котлован (55°31' с.ш., 71°34' в.д.), 14.08.2010; там же, Любинский р-н, временный водоём в канаве (55°12' с.ш., 72°31' в.д.), 04.08.2016; там же, г. Омск, Омский нефтеперерабатывающий завод, пруд (55°06' с.ш., 73°10' в.д.), 02.07.2017; там же, Омский р-н, 4,5 км юго-западнее г. Омска, протока в пойме р. Иртыш (54°54' с.ш., 73°19' в.д.), 05.07.2014; там же, Черлакский р-н, озеро без названия (54°31' с.ш., 74°25' в.д.), 08.07.2016; Курганская обл., Частоозерский р-н, оз. Песьяное (55°40' с.ш., 68°08' в.д.), 26.07.2017 (прил. 2, рис. 27).

Местообитания вида отмечены на мелководьях 0,1–0,9 (1,2) м с песчаными, супесчаными, грубодетритными илистыми грунтами. В изученных экотопах вода имела pH = 6,9–8,7, цветность 14–304 градуса, содержание гидрокарбонатов 123,8–695,4 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, гидрокарбонатно-натриевый, хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, общую минерализацию 0,12–2,37 г/дм³, общую жёсткость 1,82–17,52 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 1,6–629,4 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,3 мкг/дм³, Ni – 0,2–2,7 мкг/дм³, Zn – 11,7–36,6 мкг/дм³, Cd – 0,0–0,2 мкг/дм³, Cr – 0,0–0,4 мкг/дм³, Cu – 0,3–0,9 мкг/дм³, Mn – 0,0–35,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,01–0,48 мг/дм³. *Spirogyra neglecta* – условно-пресноводный слабоалкалофильный мезотрофный бета-альфа-мезосапробный вид.

Образцы вида в фертильном состоянии собраны преимущественно во вторую половину лета – в начале осени в лесной, лесостепной и степной зонах (Свириденко, Свириденко, 2008 а, б; *Свириденко, Свириденко, 2009; Свириденко и др., 2010 а, б; 2014 б; 2015 в; 2018 б; Окуловская, Свириденко, 2010; Свириденко, Окуловская, 2010; *Свириденко и др., 2016 а).

Вид с широким ареалом, охватывающим Европу, Азию (Индия, Китай), Северную Америку, южную Африку (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России известен в европейской части (Рундина, 1998). На Западно-Сибирской равнине вид был отмечен впервые (Свириденко, Свириденко, 2008 а).

18. *Spirogyra nitida* (O.F. Müller) Leiblein 1827 – Спирогира блестящая. Вегетативные клетки (68) 75–90 (100) мкм шир., (90) 163–215 (300) мкм дл. Поперечные стенки

клеток гладкие. Хлоропластов (2) 3–5, с 0,5–1,5 оборотами спирали. Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал образован обеими клетками, иногда с преобладанием отдающей клетки. Воспринимающие клетки невздутые или слабо вздутые преимущественно со стороны конъюгационного канала. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры эллипсоидные, с более-менее заострёнными вершинами, (50) 60–90 (113) мкм шир., (73) 90–152 (210) мкм дл., редко цилиндрически-эллипсоидные или же шаровидные, 86–98 мкм диам. (прил. 1, рис. 23). Мезоспорий толстый, коричневый или жёлто-коричневый, гладкий (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Нефтеюганский р-н, долина р. Большой Салым, временный водоём (60°51' с.ш., 71°26' в.д.), 12.08.2015; Омская обл., Называевский р-н, озеро без названия (55°32' с.ш., 71°37' в.д.), 27.08.2011 (прил. 1, рис. 28).

Местообитания вида отмечены на мелководьях 0,1–0,5 м с грубодетритными илами и почвогрунтами. В экотопах вода имела рН = 6,2–7,5, цветность 268–491 градус, содержание гидрокарбонатов 44,8–642,9 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый, гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, общую минерализацию 0,08–1,69 г/дм³, общую жёсткость 0,67–10,62 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 34,6–311,6 мкг/дм³, Pb – 0,2–0,4 мкг/дм³, Ni – 2,2–3,5 мкг/дм³, Zn – 36,6–43,1 мкг/дм³, Cd – 0,0–0,7 мкг/дм³, Cr – 0,3–0,4 мкг/дм³, Cu – 0,9–1,4 мкг/дм³, Mn – 1,6–49,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводов составляла 0,02–0,04 мг/дм³. Согласно литературным данным вид относится к олигосапробным представителям нитчатых зигнемовых (Рундина, 1998). На основании западносибирских

материалов *Spirogyra nitida* – условно-пресноводный нейтрофильный олиго-мезотрофный олиго-бета-мезосапробный вид.

В фертильном состоянии вид отмечен в конце лета в лесной и лесостепной зонах (Свириденко и др., 2012 а, б; 2013 б, в).

Ареал вида включает Европу, Азию (Индия, Китай, Казахстан), Северную Америку, Австралию, южную Африку (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России вид отмечен в европейской части и в отдельных районах Западной Сибири (Рундина, 1998), в том числе на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в р. Кеть по трассе Кеть-Касского канала и в р. Ушайка у Томска (Триполитова, 1928).

19. *Spirogyra pellucida* (Hassall) Kützing 1849 – Спирогира прозрачная. Вегетативные клетки (30) 40–50 мкм шир., 100–400 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропластов (2) 3–4 (у образцов из Западно-Сибирской равнины – до 5–7), почти прямых или с небольшим числом оборотов спирали (от 0,5 до 4). Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал образован обеими клетками. Воспринимающие клетки сильно веретеновидно вздутые вокруг зигоспор, до 75–84 мкм. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры утолщённо-линзовидные, в двух положениях круглые и эллиптические, 40–58 мкм толщ., 50–73 мкм диам., или почти шаровидные, (50) 77–86 (90) мкм диам. (прил. 1, рис. 24). Мезоспорий толстый, жёлто-коричневый, гладкий (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождение: Тюменская обл., ЯНАО, Пуровский р-н, пойма р. Пур, окрестности пос. Коротчаево, озеро без названия (65°58' с.ш., 78°19' в.д.), 22.08.2009 (прил. 2, рис. 29).

Вид отмечен на мелководье 0,1–0,4 м с грубодетритными илами и заиленным песчаным грунтом. В изученном местообитании вода имела рН = 6,5, цветность 100 градусов, гидрокарбонатно-кальциевый состав, общую минерализацию 0,06 г/дм³, общую жёсткость 0,20 мг-экв/дм³. Редкий вид *Spirogyra pellucida* вероятно относится к ультрапресноводным слабоацидофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным представителям нитчатых зигнемовых водорослей.

В фертильном состоянии вид собран в конце лета в лесотундровой зоне (Окуловская, Свириденко, 2010; Свириденко и др., 2010 в, г; 2012 а, б; 2013 в, з).

Spirogyra pellucida – довольно редкий вид, отмеченный в Европе (Англия, Финляндия, Нидерланды), Азии (Китай, Узбекистан), Северной Америке (США), в Африке (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России вид известен в европейской части (Рундина, 1998). На Западно-Сибирской равнине был отмечен впервые (Окуловская, Свириденко, 2010).

20. *Spirogyra porticalis* (O.F. Müller) Dumortier 1822 – Спирогира аркадная. Вегетативные клетки (34) 38–50 (55) мкм шир., 66–200 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропласт 1, редко 2 или 3, с 3–5 оборотами спирали. Конъюгация преимущественно лестничная, редко боковая. Конъюгационный канал образован обеими клетками. Воспринимающие клетки невздутые или слегка вздутые со стороны конъюгационного канала. Клетки без конъюгационной пары невздутые, реже слабо вздутые. Зигоспоры широкоэллипсоидные или цилиндрически-эллипсоидные, 35–61 мкм шир., (38) 50–83 (140) мкм дл. (прил. 1, рис. 25, а, б). Мезоспорий толстый, жёлтый или жёлто-коричневый, гладкий.

Известны редкие эллипсоидные партеноспоры вдвое меньше зигоспор (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Советский р-н, долина р. Мулымья, временный водоём в карьере (61°12' с.ш., 64°50' в.д.), 08.07.2009; Омская обл., Любинский р-н, 2,5 км юго-западнее пос. Любино-Малороссы, котлован (55°10' с.ш., 72°58' в.д.), 06.07.2014 (прил. 2, рис. 30).

Вид обитал на мелководье 0,1–0,4 м с супесчаными и грубодетритными илистыми грунтами. В изученном местообитании вода имела рН = 7,6, цветность 85 градусов, содержание гидрокарбонатов 336,1 мг/дм³, состав хлоридно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевый, общую минерализацию 0,70 г/дм³, общую жёсткость 5,46 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 27,5 мкг/дм³, Pb – 0,2 мкг/дм³, Ni – 6,2 мкг/дм³, Zn – 13,8 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,1–0,4 мкг/дм³, Cu – 1,6 мкг/дм³, Mn – 2,8 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,01 мг/дм³.

Spirogyra porticalis вероятно относится к типично пресноводным слабоалкалофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным видам. Согласно Л.А. Рундиной (1998), вид является бета-мезосапробным, выдерживающим солёность воды до 5,74 промилле.

Фертильные популяции этого вида отмечены в середине лета в лесной и лесостепной зонах (Свириденко и др., 2015 в).

Ареал *Spirogyra porticalis* включает Европу, Азию, Северную Америку (восток США) (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России вид известен в европейской части, на Дальнем Востоке (Рундина, 1998), на Западно-Сибирской равнине – в р. Оша Омской обл. (Андреев и др.,

1963) и в р. Кеть по трассе Кеть-Касского канала (Триполитова, 1928).

21. *Spirogyra punctata* Cleve 1868 – Спирогира точечная.

Вегетативные клетки (20) 24–40 мкм шир., 70–360 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропласт 1, редко их 2, с 3–8 оборотами спирали. Конъюгация лестничная при участии немногих клеток таллома. Конъюгационный канал образован исключительно или преимущественно отдающей клеткой. Перед конъюгацией прогаметангиальная клетка неравномерно делится на две неравные по длине клетки, после чего гаметангиальной становится более короткая клетка. В связи с этим воспринимающие клетки короткие, равномерно сильно или умеренно вздутые вокруг зигоспор, (40) 50–65 мкм шир., 73–146 (165) мкм дл. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры эллипсоидные, 28–53 (66) мкм шир., (42) 60–78 (122) мкм дл. (прил. 1, рис. 25, *в–е*). Мезоспорий жёлтый или жёлто-коричневый, с крупными ямчатыми углублениями (Transeau, 1951; Рундина, 1998).

Местонахождение: Омская обл., Русско-Полянский р-н, 1 км восточнее пос. Новосанжаровка, временный водоём в канаве (53°40' с.ш., 73°40' в.д.), 13.06.2014 (прил. 2, рис. 31).

Вид обитал на мелководье 0,1–0,4 м с супесчаными грунтами. В изученном местообитании вода имела рН = 8,7, цветность 17 градусов, содержание гидрокарбонатов 537,4 мг/дм³, состав хлоридно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевый, общую минерализацию 0,57 г/дм³, общую жёсткость 5,56 мг-экв/дм³. Сведения по экологии *Spirogyra punctata* очень ограничены. Этот вид можно предварительно отнести к типично пресноводным алкалофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным представителям нитчатых зигнемовых.

В фертильном состоянии вид отмечен в начале лета в степной зоне.

Ареал охватывает Европу, Азию (Казахстан, Узбекистан), Австралию и Северную Америку (Transeau, 1951; Day et al., 1995; Рундина, 1998). В России вид был известен на северо-западе европейской части и в Республике Саха (Якутия) (Рундина, 1998; Васильева-Кралина и др., 2005). Для Западно-Сибирской равнины вид приводится впервые.

22. *Spirogyra quadrata* (Hassall) P. Petit 1874 – Спирогира квадратная. Vegetативные клетки (24) 26–30 (33) мкм шир., (70) 113–189 (300) мкм дл. Поперечные стенки клеток складчатые. Хлоропласт 1, редко их 2, с 1,5–6 оборотами спирали. Конъюгация боковая и лестничная. Конъюгационный канал при боковой конъюгации выдаётся до половины ширины клетки, таллом при этом прямой или слабо изогнутый. При лестничной конъюгации конъюгационный канал образован обеими клетками. Воспринимающие клетки преимущественно цилиндрически, редко веретеновидно сильно вздутые вокруг зигоспор до 60 мкм шир. Зигоспоры эллипсоидные и цилиндрически-эллипсоидные, (31) 33–44 (48) мкм шир., (42) 50–82 (110) мкм дл. (прил. 1, рис. 26, а, б). Мезоспорий толстый, жёлтый или коричневый, гладкий. Вид образует партеноспоры (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Сургутский р-н, окрестности пос. Юган, протока (60°52' с.ш., 73°42' в.д.), 22.06.2014; там же, временный водоём (60°52' с.ш., 73°39' в.д.), 03.07.2014; там же, Нефтеюганский р-н, пойменный водоём в долине Юганской Оби (61°05' с.ш., 73°04' в.д.), 11.07.2010; Омская обл., Саргатский р-н, протока в пойме р. Иртыш (55°43' с.ш., 74°04' в.д.), 19.08.2017; там же, Нововаршавский р-н, долина р. Иртыш, окрестности

пос. Сибирское, протока (54°06' с.ш., 74°50' в.д.), 18.07.2012 (прил. 2, рис. 32).

Образцы вида собраны на мелководьях 0,1–0,7 (1,0) м с песчаными, серыми тонкодетритными илистыми и грубодетритными илистыми грунтами. В экотопах вода имела рН = 6,5–7,5, цветность 40–473 градуса, содержание гидрокарбонатов 180,6–345,3 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый, гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,06–1,35 г/дм³, общую жёсткость 0,20–9,77 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 30,2–137,1 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,3 мкг/дм³, Ni – 0,2–7,3 мкг/дм³, Zn – 22,0–28,0 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,0–0,3 мкг/дм³, Cu – 0,8–1,5 мкг/дм³, Mn – 2,9–35,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02–0,03 мг/дм³. *Spirogyra quadrata* – условно-пресноводный нейтрофильный олиго-мезотрофный олиго-бета-мезосапробный вид.

В фертильном состоянии вид отмечен в середине и во второй половине лета в водных объектах лесной, лесостепной и степной зон (Свириденко и др., 2012 а, б; 2013 б, в; 2014 б; 2015 в; 2018 б; *Свириденко и др., 2016 а; *Свириденко, Свириденко, 2016).

Вид распространён в Европе, Азии (Китай), Северной Америке (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России известен в европейской части и на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в р. Язевка по трассе Кеть-Касского канала (Триполитова, 1928; Рундина, 1998).

23. *Spirogyra reticulata* Nordstedt in Wittrock et Nordstedt 1880 – Спирогира сетчатая. Вегетативные клетки (23) 28–42 мкм шир., 72–460 мкм дл. Поперечные стенки клеток складчатые. Хлоропластов от 1 до 3 (4), чаще их 2, слабо или

умеренно извитые (с 2–4 оборотами спирали), тонкие, иногда вильчато разветвлённые, часто параллельные. Конъюгация лестничная и боковая, часто с преобладанием одной из них, иногда совмещённые в одной паре конъюгирующих талломов. Конъюгационный канал при лестничной конъюгации образован обеими клетками, редко с преобладанием отдающей клетки, талломы при этом заметно коленчато изогнутые или прямые. При боковой конъюгации конъюгационный канал выдаётся на треть или до половины ширины клетки, таллом при этом прямой или слабо изогнутый. Воспринимающие клетки веретеновидные, сильно вздутые вокруг зигоспор до 44–60 (75) мкм шир., реже вздутые по ширине зигоспоры или невздутые. Клетки без конъюгационной пары невздутые, иногда удлинённые. Зигоспоры широкоэллипсоидные, удлинённо-эллипсоидные, эллипсоидно-цилиндрические, с относительно заострёнными вершинами, (30) 45–61 (81) мкм шир., (45) 80–120 (146) мкм дл. (прил. 1, рис. 26, *в–е*). Мезоспорий толстый, жёлтый или коричневый, иногда с красным оттенком, сетчатоморщинистый. Вид образует редкие партеноспоры подобные зигоспорам, 35–38 мкм шир., 58–65 мкм дл. (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Сургутский р-н, окрестности пос. Юган, протока (60°52' с.ш., 73°42' в.д.), 22.06.2014; Омская обл., Тарский р-н, окрестности д. Чекрушево, пойма р. Степановка, временный водоём (56°55' с.ш., 74°17' в.д.), 30.05.2013; там же, окрестности д. Самсоново, р. Тозепка (57°00' с.ш., 74°23' в.д.), 29.06.2013; там же, Называевский р-н, окрестности д. Черемновка, временный водоём (55°25' с.ш., 71°48' в.д.), 21.07.2013; там же, канава вдоль жезенодорожного полотна (55°23' с.ш., 71°53' в.д.), 21.07.2013; там же, Любинский р-н, окрестности

пос. Алексеевка, котлован (55°21' с.ш., 72°07' в.д.), 08.07.2013; там же, окрестности пос. Мокшино, придорожная канава (55°20' с.ш., 72°17' в.д.), 08.07.2013; там же, Черлакский р-н, озеро без названия (54°31' с.ш., 74°26' в.д.), 09.07.2014 (прил. 2, рис. 33).

Местообитания вида отмечены на мелководьях 0,1–0,6 (1,0) м с заиленными суглинистыми и грубодетритными грунтами. В экотопах вода имела рН = 7,2–8,5, цветность 58–241 градус, содержание гидрокарбонатов 236,2–533,1 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый, общую минерализацию 0,34–1,44 г/дм³, общую жёсткость 3,18–10,66 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 7,5–9,8 мкг/дм³, Pb – 0,2–0,4 мкг/дм³, Ni – 2,4–5,4 мкг/дм³, Zn – 5,0–21,5 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,3–0,8 мкг/дм³, Cu – 0,6–0,9 мкг/дм³, Mn – 0,7–6,1 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,01–0,03 мг/дм³. *Spirogyra reticulata* принадлежит к условно-пресноводным слабоалкальффильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным видам.

Вид встречен в фертильном состоянии в первой половине лета в лесной, лесостепной и степной зонах (Свириденко и др., 2014 б; 2015 в).

Вид распространён в Европе, Азии (Казахстан, Узбекистан, Азербайджан, Индия, Китай), Южной и Северной Америке, Африке (Transeau, 1951; Рундина, 1998). В России *Spirogyra reticulata* отмечали в европейской части (Рундина, 1998). На Западно-Сибирской равнине вид был отмечен впервые (Свириденко и др., 2014 б).

24. *Spirogyra rugulosa* Iwanoff 1900 – Спирогира мелкоморщинистая. Вегетативные клетки (45) 50–57 (62) мкм шир., 100–350 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие.

Хлоропласт 1, с 3–11 оборотами спирали. Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал образован только отдающей клеткой. Воспринимающие клетки не вздутые или слегка вздутые со стороны конъюгационного канала. Зигоспоры эллипсоидные, с притуплёнными вершинами, (45) 52–62 мкм шир., (55) 72–113 (127) мкм дл. (прил. 1, рис. 27). Мезоспорий толстый, жёлто-коричневый или коричневый, с мелкими ямчатыми углублениями (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождение: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Сургутский р-н, техногенная водоотводная канава в долине р. Юганская Обь (61°06' с.ш., 73°45' в.д.), 20.09.2015 (прил. 2, рис. 34).

Образцы вида собраны на мелководье 0,1–0,7 м с песчаными грунтами. В экотопе вода имела рН = 7,1, цветность 180 градусов, содержание гидрокарбонатов 53,1 мг/дм³, состав хлоридно-гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,20 г/дм³, общую жёсткость около 3,40 мг-экв/дм³. *Spirogyra rugulosa* вероятно является типично пресноводным (ультрапресноводным) нейтрофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным видом.

Фертильные талломы *Spirogyra rugulosa* были отмечены в начале осени в лесной зоне (*Свириденко и др., 2016 а).

Вид был впервые описан из России (Iwanoff, 1900), в настоящее время известен как редкий в Европе (европейская часть России, Румыния, Испания), Азии (Узбекистан) и Северной Америке (США) (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). Для Западно-Сибирской равнины вид *Spirogyra rugulosa* был приведён впервые (*Свириденко и др., 2016 а).

25. *Spirogyra setiformis* (Roth) Martens ex Meneghini 1837
– Спирогира щетинковидная. Вегетативные клетки (85) 90–99

(115) мкм шир., (75) 126–225 (278) мкм дл. На поверхности вегетативных клеток часто имеются крестообразные и квадратные кристаллы оксалата кальция (как у *Spirogyra crassa* и *Spirogyra maxima*). Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропластов (3) 4–8 (10), слабо или умеренно извитые (с 0,5–4 оборотами спирали). Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал образован обеими клетками равномерно, иногда с преобладанием отдающей клетки. Воспринимающие клетки невздутые или слабо вздутые. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры эллипсоидные, с более-менее заострёнными вершинами, (66) 80–86 (112) мкм шир., (80) 100–160 (180) мкм дл. (прил. 1, рис. 28). Мезоспорий толстый, жёлтый или коричневый, гладкий (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, г. Сургут, водохранилище Сайма (61°14' с.ш., 73°25' в.д.), 26.08.2009; там же, водохранилище на р. Чёрная (61°20' с.ш., 73°22' в.д.), 25.08.2009; там же, Сургутский р-н, долина р. Обь, протока Глухая (61°17' с.ш., 72°57' в.д.), 25.08.2009; там же, временный водоём в канаве (61°20' с.ш., 72°22' в.д.), 10.08.2013; там же, Нефтеюганский р-н, долина р. Обь, пойменное озеро, (60°58' с.ш., 72°38' в.д.), 04.10.2009; Омская обл., Тевризский р-н, окрестности д. Утузы, оз. Айгумак (57°31' с.ш., 72°15' в.д.), 18.07.2012; там же, Тарский р-н, пойма р. Иртыш, оз. Сибиляковское (57°02' с.ш., 74°07' в.д.), 10.06.2011; там же, окрестности д. Чекрышево, оз. Большое (56°54' с.ш., 74°17' в.д.), 28.08.2012; там же, окрестности д. Крапивка, р. Уй (57°04' с.ш., 74°19' в.д.), 25.08.2012; там же, Большереченский р-н, д. Решетниково, оз. Ирнай (56°18' с.ш., 74°42' в.д.), 24.07.2013; там же, Саргатский р-н, протока в пойме р. Иртыш (55°43' с.ш., 74°04' в.д.), 19.08. 2017; там же, Называевский р-н, 12 км северо-

восточнее г. Называевска, озеро без названия (55°32' с.ш., 71°37' в.д.), 11.09.2010; там же, озеро без названия в окрестности пос. Лорис-Меликово (55°32' с.ш., 71°36' в.д.), 27.08.2011; там же, Любинский р-н, окрестности пос. Алексеевка, котлован (55°21' с.ш., 72°07' в.д.), 08.07.2013; там же, окрестности пос. Алексеевка, придорожная канава (55°20' с.ш., 72°07' в.д.), 08.07.2013; там же, Москаленский р-н, южная окраина котловины оз. Эбейты, зарастающий водоток из Амринской балки (54°33' с.ш., 71°47' в.д.), 22.09.2010; там же, Марьяновский р-н, временный водоём в котловане (54°59' с.ш., 72°39' в.д.), 06.08.2016; там же, Омский р-н, 4,5 км юго-западнее г. Омска, протока в пойме р. Иртыш (54°49' с.ш., 73°20' в.д.), 05.07.2014; там же, пойма р. Иртыш, окрестности пос. Новая Станица, временный водоём (54°50' с.ш., 73°20' в.д.), 06.08.2010; там же, г. Омск, Омский нефтеперерабатывающий завод, пруд (55°06' с.ш., 73°10' в.д.), 02.07.2017; там же, Азовский р-н, окрестности д. Александровка, оз. Кошколь (54°33' с.ш., 72°42' в.д.), 27.07.2017; Курганская обл., Шадринский р-н, долина р. Исеть, ручей без названия (56°08' с.ш., 63°25' в.д.), 19.07.2017; там же, Притобольный р-н, окрестности д. Камышное, протока р. Тобол (55°05' с.ш., 65°07' в.д.), 05.08.2017; там же, Макушинский р-н, окрестности пос. Раздолье, оз. Малое Коровье (55°16' с.ш., 67°07' в.д.), 27.07.2017; Новосибирская обл., Усть-Таркский р-н, озеро без названия (старица) (55°30' с.ш., 75°49' в.д.), 06.07.2016 (прил. 2, рис. 35).

Местообитания вида выявлены на мелководьях 0,1–0,8 м, реже на акваториях с глубиной 1,0–2,5 м с заиленными песчаными и глинистыми грунтами, а также грубодетритными илами. В экотопах вида вода имела pH = 7,0–8,2, цветность 39–276 градусов, содержание гидрокарбонатов 28,1–695,4 мг/дм³,

состав хлоридно-гидрокарбонатно-кальциевый, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый, гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-натриевый, общую минерализацию 0,12–1,69 г/дм³, общую жёсткость 2,39–10,62 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 7,9–1299,3 мкг/дм³, Pb – 0,0–1,1 мкг/дм³, Ni – 0,2–2,6 мкг/дм³, Zn – 11,5–42,0 мкг/дм³, Cd – 0,0–0,5 мкг/дм³, Cr – 0,0–0,3 мкг/дм³, Cu – 0,0–6,3 мкг/дм³, Mn – 0,0–35,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,00–0,48 мг/дм³. Вид считается алкалифилом и кальцефилом (Рундина, 1998). По западносибирским материалам *Spirogyra setiformis* относится к условно-пресноводным слабоалкалифильным мезотрофным бета-мезосапробным видам нитчатых зигнемовых водорослей.

В фертильном состоянии вид был обнаружен с начала лета до середины осени в лесной, лесостепной и степной зонах (Окуловская, Свириденко, 2010; Свириденко и др., 2010 б, в, г; 2011 б; 2012 а, б; 2013 а, б, в; 2014 б; 2015 в; 2018 б).

Ареал *Spirogyra setiformis* охватывает Европу, Азию (Казахстан, Узбекистан), Северную Америку (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России вид известен в европейской части, на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в р. Басандайка у Томска (Триполитова, 1928), в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке (Рундина, 1998).

26. *Spirogyra subcolligata* L. Vi 1979 – Спирогира полувязанная. Вегетативные клетки (37) 40–45 (48) мкм шир., 117–490 мкм дл. В талломах преобладают прямые (цилиндрические) по форме клетки, но нередко встречаются также дуговидно-, кольцевидно- или спиралевидно-изогнутые. Поперечные стенки клеток гладкие. Концы соседних клеток соединены типичной кольцевой накладкой, ширина которой

равна ширине вегетативной клетки при высоте (длине) кольцевой накладки 21–28 мкм. На основе этого признака выделена секция *Colligata* (Kadlubowska, 1972). Кольцевые накладки более заметны в местах разрыва нитчатого таллома по поперечным перегородкам. Хлоропластов 4–6, очень слабо извитых или почти прямых. Конъюгация лестничная. Конъюгационный канал, образованный обеими клетками, по длине почти равен ширине вегетативной клетки. Воспринимающие клетки сильно вздутые (до 108–114 мкм шир.) вокруг зигоспоры. Клетки без конъюгационной пары невздутые. Зигоспоры отстоят от стенок воспринимающих клеток, линзовидные, в двух положениях круглые и широко эллиптические, 46–49 (71) мкм толщ., (50) 66–80 мкм диам. (рис. 4; прил. 1, рис. 29). Мезоспорий гладкий, жёлто-коричневый или тёмно-коричневый (Bi, 1979; Kadlubowska, 1972).

Собранные в Омской обл. образцы занимают промежуточное положение между *Spirogyra subcolligata* и двумя другими видами коллигатных спирогир северного полушария (*Spirogyra silesiaca* Kadlubovska, *Spirogyra colligata* Hodgetts) по ширине вегетативных клеток (измеряемой по поперечным перегородкам между смежными клетками) и размерам зигоспор. Основное отличие *Spirogyra subcolligata* от этих видов – отсутствие скульптуры на поверхности мезоспория и наличие только лестничной конъюгации, тогда как у *Spirogyra silesiaca* и *Spirogyra colligata* наряду с лестничной встречается боковая конъюгация (Bi, 1979; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Секция *Colligata* включает 4 трудно различаемых вида из рода *Spirogyra* (Spirogyraceae), 3 из которых известны только для северного полушария.

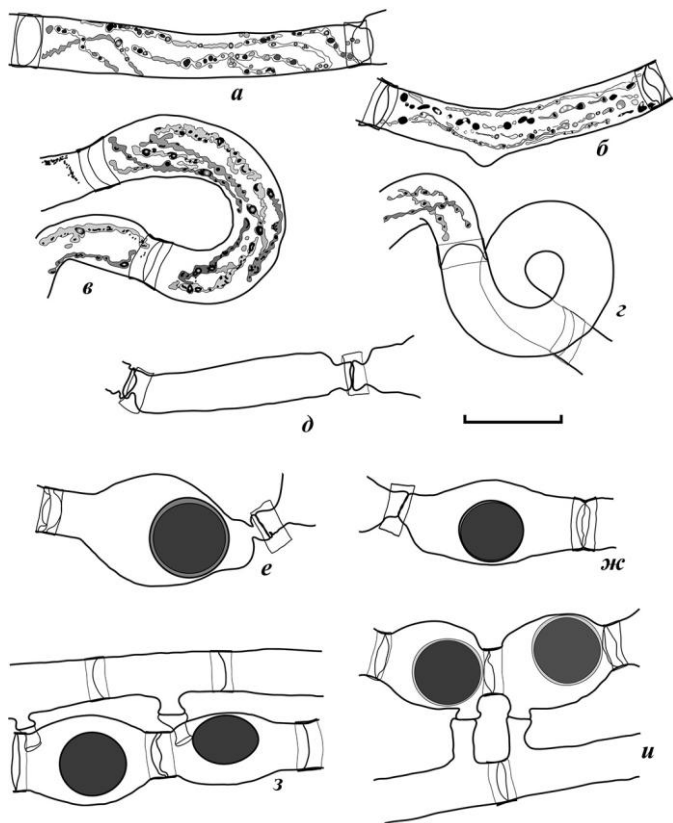


Рис. 4. *Spirogyra subcolligata* из Омской обл.: а-г – форма вегетативных клеток, д – кольцевые накладки в месте частичного разрыва таллома, е-и – зигоспоры в воспринимающих клетках при лестничной конъюгации. Масштабная линейка – 100 мкм

Вид *Spirogyra colligata* распространён в Европе (Англия, Дания, Нидерланды, Польша) и Северной Америке (Hodgetts, 1920; Kadlubowska, 1984), *Spirogyra silesiaca* обнаружен в Польше (Kadlubowska, 1967, 1969), *Spirogyra subcolligata* – в Китае (Bi, 1979). Четвертый вид *Spirogyra yuin* S. Skinner et

Entwisle недавно был найден в Новом Южном Уэльсе (Австралия) (Skinner, Entwisle, 2005) (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение видов рода *Spirogyra* из секции *Colligata* по диагностическим признакам вегетативных клеток и зигоспор

Виды	Ширина клеток, мкм	Размер зигоспор, мкм		Поверхность мезоспория
		толщина	диаметр	
<i>Spirogyra colligata</i>	29–40	48–75	62–90	бородавчатая
<i>Spirogyra silesiaca</i>	43–52	38–87	60–91	бородавчатая
<i>Spirogyra subcolligata</i>	37–48	46–71	50–80	гладкая
<i>Spirogyra yuin</i>	45–55	50	68–82	бороздчатая

Виды *Spirogyra* из секции *Colligata* ранее не были обнаружены в азиатской части России. В определителе зигнемовых водорослей (Рундина, 1998), где приведено описание потенциальных для России двух видов (*Spirogyra colligata* и *Spirogyra silesiaca*), лишь кратко указано наличие азиатского вида *Spirogyra subcolligata*. Позже вид *Spirogyra colligata* был обнаружен на северо-западе России и включён в число редких охраняемых видов водорослей Ленинградской обл. (Рундина, 2000). Возможно, что все эти таксоны являются формами вида *Spirogyra colligata*.

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Сургутский р-н, окрестности пос. Юган, временный водоём (60°52' с.ш., 73°39' в.д.), 03.07.2014; Омская обл., Тарский р-н, окрестности д. Петрово, временный водоток (56°57' с.ш., 74°13' в.д.), 15.07.2013; там же, Большереченский р-н, окрестности д. Гушино, р. Поперечная (56°00' с.ш., 74°40' в.д.), 24.07.2013 (прил. 2, рис. 36).

Вид отмечен в малых реках и временном водоёме на мелководьях 0,1–1,0 м с грубодетритными илами и заиленными

глинистыми грунтами. В экотопах вида вода имела pH = 6,9–7,5, цветность 28–371 градус, содержание гидрокарбонатов 183,5 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,19–0,29 г/дм³, общую жёсткость 1,39–3,28 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 27,7–714,9 мкг/дм³, Pb – 0,1–0,8 мкг/дм³, Ni – 0,1–0,4 мкг/дм³, Zn – 8,2–54,2 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,1 мкг/дм³, Cu – 0,0–0,5 мкг/дм³, Mn – 0,0–2,0 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,01–0,03 мг/дм³. Вид *Spirogyra subcolligata* вероятно является типично пресноводным нейтрофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным представителем этой группы.

Фертильные образцы вида собраны в середине лета в лесной зоне (Свириденко и др., 2014 б; 2015 а, б, в; Sviridenko et al., 2015; *Свириденко и др., 2015).

Вид *Spirogyra subcolligata* известен только из Китая (Bi, 1979). В России этот вид был отмечен впервые в Омской обл., (Свириденко и др., 2014 б; Sviridenko et al., 2015), в связи с чем включён в региональную Красную книгу (*Свириденко и др., 2015).

27. *Spirogyra tenuissima* (Hassall) Kützing 1849 – Спирогира тончайшая. Вегетативные клетки 8–13 (17) мкм шир., 40–250 мкм дл. Поперечные стенки клеток складчатые. Хлоропласт 1, с 3–6 оборотами спирали. Конъюгация лестничная и боковая. Конъюгационный канал при лестничной конъюгации образован обеими клетками или только отдающей клеткой. При боковой конъюгации канал отчётливо отграничен и выдаётся почти до половины ширины или на ширину клетки, таллом при этом сильно изогнут, реже прямой. Воспринимающие клетки сильно вздутые с обеих сторон, веретеновидные или цилиндрические. Клетки без

конъюгационной пары невздутые, реже цилиндрически вздутые. Зигоспоры эллипсоидные, (19) 25–32 (36) мкм шир., (33) 40–70 (95) мкм дл. (прил. 1, рис. 30). Мезоспорий толстый, жёлтый или коричневый, гладкий. Редко вид образует округлые партеноспоры (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Белоярский р-н, озеро без названия в долине р. Казым (63°28' с.ш., 70°50' в.д.), 21.07.2016; там же, озеро без названия (63°30' с.ш., 70°34' в.д.), 23.07.2016; там же, Сургутский р-н, окрестности станции Островной, временный водоём (61°09' с.ш., 73°05' в.д.), 26.06.2014; там же, окрестности пос. Юган, временный водоём (60°53' с.ш., 73°42' в.д.), 23.06.2014; там же, временный водоём (60°52' с.ш., 73°39' в.д.), 03.07.2014; Омская обл., Тарский р-н, окрестности д. Петрово, временный водоток (56°57' с.ш., 74°13' в.д.), 15.07.2013; там же, Седельниковский р-н, окрестности д. Богдановка, ручей в котловине оз. Терлегуль (56°57' с.ш., 75°24' в.д.), 10.06.2013; там же, Кормиловский р-н, озеро без названия (55°01' с.ш., 74°09' в.д.), 05.07.2016 (прил. 2, рис. 37).

Местообитания вида отмечены на мелководьях 0,1–0,5 (1,0) м с грубодетритными бурыми и тонкодетритными чёрными илистыми грунтами. В изученных экотопах вида вода имела рН = 6,7–8,8, цветность 64–68 градусов, содержание гидрокарбонатов 8,4–348,5 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, общую минерализацию 0,01–0,57 г/дм³, общую жёсткость 0,12–4,77 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 14,1–355,3 мкг/дм³, Pb – 0,1–0,3 мкг/дм³, Ni – 0,3–1,2 мкг/дм³, Zn – 4,8–36,5 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,2–0,6 мкг/дм³, Cu – 0,1–1,1 мкг/дм³, Mn – 2,7–6,4 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводов

составляла 0,01–0,04 мг/дм³. В работе Л.А. Рундиной (1998) сообщается о находках этого вида в слабосоленовой воде при солёности 4 промилле. Согласно данным, полученным на Западно-Сибирской равнине, *Spirogyra tenuissima* может рассматриваться как типично пресноводный слабоалкалофильный олиго-мезотрофный олиго-бета-мезосапробный вид.

В фертильном состоянии данный вид отмечен в середине лета преимущественно в пределах лесной зоны и, реже, в лесостепной зоне (Свириденко и др., 2014 б; 2015 а, в; 2018 б; Sviridenko et al., 2015; Свириденко, Свириденко, 2017).

Вид *Spirogyra tenuissima* широко распространён в Европе, Азии, Южной и Северной Америке, Австралии, Африке (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России известен в европейской части (Рундина, 1998), в Сибири – на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в протоке р. Томь у Томска (Триполитова, 1928) и в Республике Саха (Якутия) (Комаренко, Васильева, 1978; Васильева-Кралина и др., 2005).

28. *Spirogyra varians* (Hassall) Kützing 1849 – Спирогира изменчивая. Вегетативные клетки (20) 28–48 (51) мкм шир., 30–120 мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропласт 1, редко их 2, с 1–5 оборотами спирали. Конъюгация лестничная и боковая. Конъюгационный канал при лестничной конъюгации образован обеими клетками, иногда с преобладанием отдающей клетки или только отдающей клеткой. При боковой конъюгации конъюгационный канал выдаётся до половины или до двух третей ширины клетки, ушковидный или тупо закруглённый и неясно отграниченный, таллом при этом прямой или изогнутый. Воспринимающие клетки вздутые со стороны конъюгационного канала, часто довольно сильно, до 41–55 мкм шир., с противоположной стороны невздутые или незначительно

вздутые. Клетки без конъюгационной пары сильно вздутые, до 65 мкм шир., бочонковидные, шаровидные или неправильно эллипсоидные. Зигоспоры широкоэллипсоидные, реже удлинённо-эллипсоидные, (19) 21–36 (50) мкм шир., (33) 35–72 (125) мкм дл., иногда с тёмными колпачковидными образованиями на вершинах (прил. 1, рис. 31). Мезоспорий толстый, жёлтый или коричневый, гладкий. Редко отмечают партеноспоры 26–35 мкм шир., 32–72 мкм дл. (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ЯНАО, Тазовский р-н, пойма р. Таз, пос. Газ-Сале, канава вдоль автодороги (67°22' с.ш., 78°59' в.д.), 02.08.2009; там же, Пуровский р-н, р. Хадытаяха (66°17' с.ш., 79°16' в.д.), 23.08.2009; там же, ХМАО – Югра, Белоярский р-н, озеро без названия в долине р. Казым (63°30' с.ш., 70°35' в.д.), 18.07.2016; там же, озеро без названия (63°30' с.ш., 70°42' в.д.), 21.07.2016; там же, озеро без названия (63°29' с.ш., 70°44' в.д.), 21.07.2016; там же, Сургутский р-н, окрестности станции Островная, временный водоём (61°09' с.ш., 73°05' в.д.), 26.06.2014; там же, окрестности пос. Юган, временный водоём (60°53' с.ш., 73°42' в.д.), 14.10.2011, 23.06.2014; там же, Нефтеюганский р-н, оз. Голубое (61°05' с.ш., 72°40' в.д.), 23.08.2016; там же, временный водоём в канаве (61°02' с.ш., 72°37' в.д.), 24.08.2016; Омская обл., Тарский р-н, р. Таймга (левый приток р. Уй) (57°02' с.ш., 74°15' в.д.), 06.07.2013; там же, 3,5 км северо-восточнее д. Сибиляково, оз. Ошколь (57°03' с.ш., 74°19' в.д.), 06.07.2013; там же, окрестности д. Петрово, временный водоток (56°57' с.ш., 74°13' в.д.), 15.07.2013; там же, Седельниковский р-н, р. Кайбаба (56°59' с.ш., 75°19' в.д.), 20.06.2013; там же, окрестности д. Рогозино, р. Каинсасс (56°56' с.ш., 75°56' в.д.), 21.06.2013; там же, Саргатский р-н, протока в пойме р. Иртыш

(55°43' с.ш., 74°04' в.д.), 19.08.2017; там же, Называевский р-н, окрестности пос. Жирновка, оз. Гришино (55°22' с.ш., 71°19' в.д.), 22.07.2015; там же, Любинский р-н, окрестности пос. Мокшино, придорожная канава (55°20' с.ш., 72°17' в.д.), 08.07.2013; там же, окрестности пос. Любино-Малороссы, долина р. Иртыш, старичное озеро (55°13' с.ш., 72°59' в.д.), 18.07.2015; там же, Одесский р-н, 1 км северо-западнее пос. Песчанка, котлован (54°20' с.ш., 73°09' в.д.), 13.06.2014; там же, Павлоградский р-н, 2,9 км западнее пос. Липов Кут, временный водоём в овраге (54°13' с.ш., 73°19' в.д.), 01.06.2014; Курганская обл., Шадринский р-н, долина р. Исеть, ручей без названия (56°08' с.ш., 63°25' в.д.), 19.07.2017 (прил. 2, рис. 38).

Местообитания вида связаны с мелководьями 0,1–0,5 м, редко – 1,0–1,2 м с грубодетритными илами и заиленными суглинистыми грунтами, заиленными и чистыми песками. В изученных экотопах вода имела pH = 6,5–8,5, цветность 22–226 градусов, содержание гидрокарбонатов 13,2–512,4 мг/дм³, состав преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый, редко хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, общую минерализацию 0,02–0,80 г/дм³, общую жёсткость 0,21–7,98 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 7,9–2273,1 мкг/дм³, Pb – 0,0–1,0 мкг/дм³, Ni – 0,2–6,2 мкг/дм³, Zn – 6,3–31,7 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,0–0,8 мкг/дм³, Cu – 0,1–1,6 мкг/дм³, Mn – 0,4–35,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,00–0,08 мг/дм³. *Spirogyra varians* является типично пресноводным слабоалкальфилным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным умеренно ферротолерантным видом.

В фертильном состоянии этот вид отмечен в течение лета в тундровой, лесотундровой, лесной, лесостепной и степной зонах (Окуловская, Свириденко, 2010; Свириденко и др., 2010 в,

г; 2012 а, б; 2013 в; 2014 б; 2015 а, в; 2018 б; Sviridenko et al., 2015; *Свириденко и др., 2016 а; Свириденко, Свириденко, 2017).

Вид *Spirogyra varians* встречается довольно широко в Европе, Азии, Африке, Австралии, Северной Америке (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России указан для европейской части (Рундина, 1998) и Сибири – в Республике Саха (Якутия) (Комаренко, Васильева, 1978; Васильева-Кралина и др., 2005). На Западно-Сибирской равнине был отмечен впервые (Окуловская, Свириденко, 2010).

29. *Spirogyra weberi* Kützing 1843 – Спирогира Вебера.

Вегетативные клетки (19) 23–36 (39) мкм шир., (80) 115–147 (480) мкм дл. Поперечные стенки клеток складчатые. Хлоропласт 1, редко их 2, с 3–6,5 оборотами спирали. Конъюгация лестничная и боковая, иногда совмещённые в одной паре талломов. Конъюгационный канал при лестничной конъюгации образован обеими клетками или только отдающей клеткой. При боковой конъюгации конъюгационный канал выдаётся на половину ширины клетки, реже ограничен неясно, таллом при этом слабо или значительно изогнут. Воспринимающие клетки при лестничной конъюгации невздутые или незначительно вздутые, реже сильно вздутые до 74 мкм шир., или бочонковидные, веретеновидные, цилиндрически вздутые до 58 мкм шир. При боковой конъюгации воспринимающие клетки также умеренно или значительно вздутые. Клетки без конъюгационной пары невздутые или слегка вздутые. Зигоспоры эллипсоидные или цилиндрически-эллипсоидные, с более-менее закруглёнными вершинами, (21) 30–35 (54) мкм шир., (26) 30–96 (122) мкм дл. (прил. 1, рис. 32). Мезоспорий толстый, жёлтый или коричневый, гладкий. Известно образование эллипсоидных или

почти шаровидных партеноспор 25–35 мкм шир., 32–67 мкм дл. (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ЯНАО, Газовский р-н, пойма р. Таз, пос. Газ-Сале, канава вдоль автодороги (67°22' с.ш., 78°59' в.д.), 02.08.2009; там же, Пуровский р-н, протока р. Ягенетта (65°17' с.ш., 77°41' в.д.), 25.08.2009; там же, ХМАО – Югра, Сургутский р-н, долина р. Чёрная, пруд (61°20' с.ш., 73°22' в.д.), 25.08.2009; там же, озеро без названия (61°20' с.ш., 72°22' в.д.), 06.10.2013; там же, временный водоём в канаве (61°20' с.ш., 72°22' в.д.), 10.08.2013; там же, пойма р. Обь, котлован (61°20' с.ш., 72°22' в.д.), 29.07.2018; там же, Нефтеюганский р-н, оз. Голубое (61°05' с.ш., 72°40' в.д.), 23.08.2016; там же, озеро без названия в долине р. Юганская Обь, (61°04' с.ш., 73°01' в.д.), 16.09.2016; там же, Нижневартовский р-н, окрестности пос. Покачи, озеро без названия (61°45' с.ш., 75°35' в.д.), 20.07.2013; Омская обл., Тарский р-н, пойма р. Иртыш, оз. Сеитовское (57°00' с.ш., 74°13' в.д.), 25.07.2011; там же, окрестности д. Самсоново, р. Бушкала (56°59' с.ш., 74°20' в.д.), 29.06.2013; там же, окрестности д. Крапивка, р. Уй (57°04' с.ш., 74°19' в.д.), 27.09.2012; там же, окрестности д. Чекрушево, пойма р. Степановка, временный водоём (56°55' с.ш., 74°17' в.д.), 30.05.2013; там же, Седельниковский р-н, р. Кайбаба (56°59' с.ш., 75°19' в.д.), 20.06.2013; там же, Большереченский р-н, д. Решетниково, оз. Ирнай (56°18' с.ш., 74°42' в.д.), 24.07.2013; там же, окрестности д. Гушино, р. Поперечная (56°00' с.ш., 74°40' в.д.), 24.07.2013; там же, Саргатский р-н, окрестности пос. Урусово, канава (55°38' с.ш., 73°13' в.д.), 11.07.2014; там же, Называевский р-н, окрестности пос. Жирновка, оз. Гришино (55°22' с.ш., 71°19' в.д.), 22.07.2015; там же, Любинский р-н, временный водоём по окраине займища

(55°20' с.ш., 72°07' в.д.), 10.07.2016; там же, Омский р-н, пойма р. Иртыш, окрестности пос. Новая Станица, временный водоём (54°50' с.ш., 73°20' в.д.), 06.08.2010; там же, окрестности пос. Усть-Заостровка, озеро без названия (54°45' с.ш., 73°37' в.д.), 12.07.2015; там же, Москаленский р-н, окрестности пос. Москаленки, мелководный водоток (54°54' с.ш., 72°18' в.д.), 02.07.2015; там же, Кормиловский р-н, р. Тарбуга (55°10' с.ш., 74°10' в.д.), 07.07.2016; там же, Таврический р-н, окрестности пос. Луговое, долина р. Иртыш, р. Ачаирка (54°36' с.ш., 73°55' в.д.), 30.07.2015; там же, Черлакский р-н, озеро без названия (54°07' с.ш., 74°54' в.д.), 10.08.2016 (прил. 2, рис. 39).

Местообитания вида отмечены на мелководьях 0,1–0,8 м, редко 1,0–1,5 м с грубодетритными илистыми, песчаными и глинистыми заиленными грунтами. В изученных экотопах вода имела рН = 6,5–8,5, цветность 27–309 градусов, содержание гидрокарбонатов 17,1–432,0 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-натриевый, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый, хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевый, общую минерализацию 0,06–0,93 г/дм³, общую жёсткость 0,20–8,15 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 13,9–721,5 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,9 мкг/дм³, Ni – 0,2–6,0 мкг/дм³, Zn – 11,7–115,5 мкг/дм³, Cd – 0,0–0,2 мкг/дм³, Cr – 0,1–1,1 мкг/дм³, Cu – 0,2–1,4 мкг/дм³, Mn – 0,3–32,5 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,01–0,10 мг/дм³. Согласно Л.А. Рундиной (1998), вид обитает в слабокислых и нейтральных (рН = 6,0–7,0) пресных и солёных водах. По западносибирским материалам *Spirogyra weberi* относится к типично пресноводным слабоалкалофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным видам.

В фертильном состоянии этот вид отмечен в течение всего лета до начала осени в водных объектах тундровой, лесотундровой, лесной, лесостепной и степной зон (Свириденко, Окуловская, 2010; Свириденко и др., 2012 а, б; 2013 б, в; 2014 б; 2015 а, б, в; 2018 б; Sviridenko et al., 2015; *Свириденко и др., 2016 а).

Вид известен в Европе, Азии, Северной Америке (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России встречается в европейской части, в Республике Саха (Якутия) и на Чукотке (Рундина, 1998; Васильева-Кралина и др., 2005). На юго-востоке Западно-Сибирской равнины вид был отмечен в озере у Томска и в р. Язевка по трассе Кеть-Касского канала (Триполитова, 1928).

Под 5. *Sirogonium Kützing* – Сирогониум

1. *Sirogonium sticticum* (Smith) Kützing 1843 – Сирогониум испещрённый. Вегетативные клетки (19) 32–38 (60) мкм шир., (30) 115–147 (300) мкм дл. Поперечные стенки клеток гладкие. Хлоропластов (2) 3–5 (6), слабо извитые (0,5 оборотов спирали) или почти прямые. Конъюгационный канал не выражен, нередко он довольно широкий и короткий, неясно отграниченный. Конъюгирующие клетки значительно изогнутые. Воспринимающие клетки заметно вздутые, до 72–84 мкм шир. Зигоспоры широкоэллипсоидные, почковидные или бобовидные, (41) 67–75 (90) мкм шир., (66) 68–119 (128) мкм дл. (прил. 1, рис. 33). Мезоспорий относительно тонкий, жёлтый или коричневый, гладкий, нередко трещиновато исчерченный (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998).

Местонахождения: Тюменская обл., ХМАО – Югра, Нефтеюганский р-н, долина р. Обь, пойменное озеро, (60°58' с.ш., 72°38' в.д.), 04.10.2009; там же, долина р. Обь,

канава вдоль шоссе (61°15' с.ш., 73°10' в.д.), 21.06.2010; там же, оз. Голубое (61°05' с.ш., 72°40' в.д.), 23.08.2016; там же, (61°07' с.ш., 72°32' в.д.), 23.08.2016; там же, г. Сургут, водохранилище Сайма (61°14' с.ш., 73°25' в.д.), 26.08.2009 (прил. 2, рис. 40).

Образцы вида собраны на мелководьях 0,1–1,2 м с заиленными песчаными и супесчаными грунтами. В изученных экотопах вода имела рН = 6,6–7,8, цветность 63–162 градуса, содержание гидрокарбонатов 31,7–91,7 мг/дм³, состав гидрокарбонатно-кальциевый, хлоридно-гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-кальциево-натриевый, общую минерализацию 0,09–0,30 г/дм³, общую жёсткость 1,16–2,70 мг-экв/дм³. Содержание растворимых форм тяжёлых металлов было следующим: Fe – 26,2–2215,5 мкг/дм³, Pb – 0,0–0,8 мкг/дм³, Ni – 0,3–0,9 мкг/дм³, Zn – 5,8–48,8 мкг/дм³, Cd – 0,0 мкг/дм³, Cr – 0,2–0,5 мкг/дм³, Cu – 0,4–1,5 мкг/дм³, Mn – 0,5–10,2 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов составляла 0,02–0,08 мг/дм³. Вид *Sirogonium sticticum* принадлежит к типично пресноводным нейтрофильным олиго-мезотрофным олиго-бета-мезосапробным умеренно ферротолерантным представителям нитчатых зигнемовых водорослей.

Фертильные талломы обнаружены в лесной зоне в водных объектах по долине р. Обь в конце лета – начале осени (Окуловская, Свириденко, 2010; Свириденко и др., 2010 б, в, г; 2011 б; 2012 а, б; 2013 в; 2018 б).

Sirogonium sticticum – вид с широким ареалом, охватывающим Европу, Азию, Африку, Южную и Северную Америку, Австралию (Transeau, 1951; Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). В России этот вид был отмечен в европейской

части и на юго-востоке Западно-Сибирской равнины (оз. Сухое) у Томска (Триполитова, 1928; Рундина, 1998).

Таким образом, из 40 видов, обнаруженных в водных объектах Западно-Сибирской равнины, впервые для этого региона приведены следующие 20 видов: *Zygonium ericetorum*, *Mougeotia nummuloides*, *Mougeotia quadrangulata*, *Mougeotia scalaris*, *Mougeotia tunicata*, *Spirogyra bellis*, *Spirogyra calospora*, *Spirogyra daedalea*, *Spirogyra dictyospora*, *Spirogyra fluviatilis*, *Spirogyra hassallii*, *Spirogyra hungarica*, *Spirogyra mirabilis*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogyra pellucida*, *Spirogyra punctata*, *Spirogyra reticulata*, *Spirogyra rugulosa*, *Spirogyra subcolligata*, *Spirogyra varians*.

В то же время не были отмечены ранее указанные для Западно-Сибирской равнины виды *Mougeotia calcarea*, *Mougeotia elegantula*, *Spirogyra laxa*, *Spirogyra rivularis*, *Spirogyra densa* (Триполитова, 1928; Сафонова, 1961; Андреев и др., 1963; Попова, 1980).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ

Экология видов нитчатых зигнемовых водорослей остаётся недостаточно исследованной. В основных определителях и специальных статьях имеются только фрагментарные сведения об экологических условиях в местообитаниях небольшого числа видов из этой группы. Какие-либо количественные данные об экологической толерантности видов к ведущим факторам водной среды крайне ограничены. Даже в специальной литературе, посвящённой экологии водорослей, такая информация практически отсутствует. В современных работах по экологии нитчатых зигнемовых водорослей (Hall, McCourt, 2015) лишь процитированы статьи E.N. Transeau (1951), R. Lynn, T.D. Brock (1969), M.A. Turner et al. (1995), J.F. Gerrath (2003) с общей информацией о массовом развитии нитчатых *Zygnematales* (особенно представителей родов *Mougeotia* и *Spirogyra*) в канавах, эфемерных лужах и ручьях, о способности видов рода *Spirogyra* выдерживать повышенные уровни загрязняющих веществ в нарушенных местообитаниях, об обилии видов из родов *Mougeotia* и *Zygonium* в водной среде с низкими значениями pH и о связи порядка *Zygnematales* в целом с олиготрофными и мезотрофными водами.

В работе С.С. Бариновой и др. (2006) показана приуроченность некоторых видов нитчатых зигнемовых к средам обитания, их реофильность, сапробность и галобность. В этой публикации виды нитчатых зигнемовых отнесены преимущественно к бентосным организмам в широком смысле (связанным с субстратом). Как реофобы отмечены 10 видов, к

индифферентам по отношению к подвижности воды отнесены 8 видов, для остальных видов информация по этому показателю отсутствует. Виды дифференцированы также по зонам сапробности, однако эмпирические количественные данные, позволяющие оценить предложенную дифференциацию, не представлены. Как олигогалобы указаны 2 вида, олигогалобы-индифференты – 1 вид, для остальных видов оценка галобности отсутствует (табл. 2).

Таблица 2

Экологическая характеристика видов-индикаторов нитчатых зигнемовых водорослей (по: С.С. Баринаева и др., 2006)

Виды	Экологические характеристики			
	M	R	S	H
<i>Zygnema chalybeospermum</i> Hansgirg	–	–	χ - β	–
<i>Zygnema cruciatum</i> (Vaucher) C.Agardh	–	–	χ - β	–
<i>Zygnema extenuae</i> C.-C. Jao	b	st-str	–	–
<i>Zygnema globosum</i> Czurda	–	–	β -o	–
<i>Zygnema insigne</i> Hassal	–	–	χ - β	–
<i>Zygnema numidicum</i> Gauthier-Livre	b	st-str	–	–
<i>Zygnema pectinatum</i> (Vaucher) C.Agardh	b	st-str	–	oh
<i>Zygnema stellinum</i> (O.F.Müller) C.Agardh	–	–	χ - β	–
<i>Zygnemopsis americana</i> (Transeau) Transeau	b	st-str	–	–
<i>Zygnemopsis quadrata</i> C.-C. Jao	b	st	–	–
<i>Mougeotia calcarea</i> (Cleve) Wittrock	b	–	χ - β	–
<i>Mougeotia genuflexa</i> (Roth) C.Agardh	b	–	o- χ	–
<i>Mougeotia parvula</i> Hassal	b	–	o	–
<i>Mougeotia scalaris</i> Hassal	b	–	o- α	i
<i>Mougeotia varians</i> (Wittrock) Czurda	b	–	o- χ	–
<i>Mougeotia ventricosa</i> (Wittrock) Collins	b	st	–	–
<i>Mougeotia viridis</i> (Kützing) Wittrock	b	–	β -o	–
<i>Spirogyra calospora</i> Cleve	b	–	o- α	–
<i>Spirogyra communis</i> (Hassal) Kützing	b	st	–	–
<i>Spirogyra crassa</i> (Kützing) Kützing	b	–	β	–
<i>Spirogyra croasdaleae</i> Blum	b	st-str	–	–

<i>Spirogyra daedalea</i> Lagerheim	b	st-str	–	–
<i>Spirogyra decimina</i> (O.F.Müller) Dumortier	b	–	β - α	–
<i>Spirogyra djalonenis</i> Gauthier-Livre	b	–	–	–
<i>Spirogyra dubia</i> Kützing	b	st	–	–
<i>Spirogyra elongata</i> (Vaucher) Dumortier	b	st	o	–
<i>Spirogyra fluviatilis</i> Hilse	p-b	–	χ - β	oh
<i>Spirogyra fritschiana</i> Czurda	b	–	–	–
<i>Spirogyra grevilleana</i> (Hassal) Kützing	b	st	–	–
<i>Spirogyra inflata</i> (Vaucher) Dumortier	b	–	o	–
<i>Spirogyra insignis</i> (Hassal) Kützing	b	st	–	–
<i>Spirogyra lambertiana</i> Transeau	p	st	–	–
<i>Spirogyra laxa</i> Kützing	b	–	–	oh
<i>Spirogyra liana</i> Transeau	b	st-str	–	–
<i>Spirogyra majuscula</i> Kützing	b	–	o- α	–
<i>Spirogyra maxima</i> (Hassal) Wittrock	b	–	o	–
<i>Spirogyra mirabilis</i> (Hassal) Kützing	b	–	o	–
<i>Spirogyra neglecta</i> (Hassal) Kützing	b	st	β - α	–
<i>Spirogyra parvula</i> (Transeau) Czurda	b	st-str	–	–
<i>Spirogyra porticalis</i> (O.F.Müller) Dumortier	b	–	o- β	–
<i>Spirogyra rivularis</i> (Hassal) Rabenhorst	b	st	–	–
<i>Spirogyra tenuissima</i> (Hassal) Kützing	b	–	χ -o	–
<i>Spirogyra varians</i> (Hassal) Kützing	p-b	–	β - α	oh

Примечание. М – приуроченность к местообитанию: b – бентосный в широком смысле, связанный с субстратом, p-b – планктонно-бентосный; p – планктонный. R – реофильность (st – стоячий, st-str – стояче-текучий и/или индифферент). S – зоны самоочищения по Пантле-Буку в модификации Сладечека с индексами сапробности: χ -o – ксено-олигосапробионт (0,4), o- χ – олиго-ксеносапробионт (0,6), χ - β – ксено-бетамезосапробионт (0,8), o – олигосапробионт (1,0), o- β – олиго-бетамезосапробионт (1,4), β -o – бета-олигосапробионт (1,6), o- α – олиго-альфамезосапробионт (1,8), β – бетамезосапробионт (2,0), β - α – бета-альфамезосапробионт (2,4). H – галобность: oh – олигогалоб, i – олигогалоб-индифферент.

Материалы по экологии нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины были опубликованы авторами монографии в ряде статей (Свириденко, Окуловская, 2010;

Свириденко, Свириденко, 2010; Свириденко и др., 2011 а; 2013 д; 2014 а; 2015 г; 2016; 2017 а, в, г; 2018 а, б).

2.1. Отношение видов к глубине воды

Нитчатые зигнемовые водоросли в начале вегетации могут иметь связь с донным субстратом или погружёнными частями высших растений, однако основной период вегетации они проводят в толще воды без связи с субстратом, всплывая к поверхности, поэтому считать эти растения бентосными неверно. По биоморфологическим критериям виды этой группы целесообразно рассматривать как нитчатые свободноплавающие гидатофиты и факультативные плейстофиты.

Отмечена способность нитчатых зигнемовых водорослей к активному движению в водной среде, которая обеспечивает их суточные вертикальные перемещения по мере изменения освещённости. Явление фототаксиса у видов порядка *Zygnematales* долгое время не было известно. Движение нитчатых талломов рода *Spirogyra* изучено в начале 20 века (Langer, 1930), но оно рассматривалось как скольжение, а не как реакция фототаксиса (Yeh, Gibor, 1970). Позже сообщалось о суточных движениях и реакции фототаксиса у видов *Spirogyra*, описываемое как пассивное перемещение к поверхности воды за счёт накопления пузырьков воздуха между нитчатыми талломами (Tanaka et al., 1986). Впервые способность видов рода *Spirogyra* активно перемещаться в направлении источника света была установлена лишь в начале 21 века (Kim et al., 2005). Наблюдение фототаксиса *Spirogyra majuscula* также было выполнено при изучении западносибирских нитчатых зигнемовых (Окуловская и др., 2011).

Фотоавтотрофные нитчатые зигнемовые зависят от условий освещения. В связи со специфической биоморфой эти растения находят оптимальные условия освещённости для фотосинтеза в основном в мелководных гидроэкотопах, слабо подверженных ветровым или гравитационным течениям. В западносибирских местообитаниях по мере увеличения глубины свыше 0,5–1,0 м заметно снижается число видов (табл. 3, рис. 5).

Таблица 3

Глубина воды и основные грунты в экотопах нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины

Виды	Глубина, м	Грунты
<i>Zygnema cruciatum</i>	0,1–0,7	И.т.д.с., П.
<i>Zygnema leiospermum</i>	0,1–1,0	И.т.д.с., П.з.
<i>Zygnema stellinum</i>	0,1–1,2	И.т.д.с., П., И.гд.б., Г., Пг.
<i>Zygonium ericetorum</i>	0,1–1,8	И.гд.б., Т., И.т., П.
<i>Mougeotia genuflexa</i>	0,1–0,9	Т., И.т., И.гд.б., И.т.д.с., П., Пг.
<i>Mougeotia laetevirens</i>	0,1–1,0	И.т.д.с., П., Г.
<i>Mougeotia nummuloides</i>	0,1–0,4	П., Т.
<i>Mougeotia quadrangulata</i>	0,1–0,5	П., Т.
<i>Mougeotia scalaris</i>	0,1–0,7	И.гд.б., И.т.д.с., П.з., Пг.
<i>Mougeotia tunicata</i>	0,1–0,4	Пг.
<i>Spirogyra bellis</i>	0,1–1,0	П., П.з., И.гд.б., Пг.
<i>Spirogyra calospora</i>	0,1–0,7	П.
<i>Spirogyra crassa</i>	0,1–1,0 (1,2)	Г., И.т.д.с., П.з., И.гд.б.
<i>Spirogyra daedalea</i>	0,4–0,7	Г., И.т.д.с.
<i>Spirogyra decimina</i>	0,1–1,0 (1,2)	И.т.д.с., П., Г., И.гд.б., Т.
<i>Spirogyra dictyospora</i>	0,1–0,5	И.т.д.с., П.
<i>Spirogyra fluviatilis</i>	0,1–1,2	И.т.д.с., И.гд.б., П.
<i>Spirogyra gracilis</i>	0,1–0,8 (1,0)	П., Г.з.
<i>Spirogyra hassallii</i>	0,1–0,7 (1,0)	И.т.д.с., И.т.д.ч., И.гд.б., П.з.
<i>Spirogyra hungarica</i>	0,1–0,9 (1,0)	Г., Пг.
<i>Spirogyra inflata</i>	0,1–0,5	П.з., И.гд.б.
<i>Spirogyra insignis</i>	0,1–1,2	Г., И.гд.б.
<i>Spirogyra irregularis</i>	0,1–1,0	Г., П.з.
<i>Spirogyra majuscula</i>	0,1–0,7	П., П.з.
<i>Spirogyra maxima</i>	0,1–0,8 (1,0)	П., П.з., Г.з., И.т.д.с., И.гд.б.
<i>Spirogyra mirabilis</i>	0,1–1,0	И.гд.б., И.т., Пг.
<i>Spirogyra neglecta</i>	0,1–0,9 (1,2)	П., П.з., И.гд.б.

<i>Spirogyra nitida</i>	0,1–0,5	И.гд.б., Пг.
<i>Spirogyra pellucida</i>	0,1–0,4	И.гд.б., П.з.
<i>Spirogyra porticalis</i>	0,1–0,4	П., И.гд.б.
<i>Spirogyra punctata</i>	0,1–0,4	П.
<i>Spirogyra quadrata</i>	0,1–0,7 (1,0)	П., И.тд.с., И.гд.б.
<i>Spirogyra reticulata</i>	0,1–0,6 (1,0)	Г.з., И.гд.б.
<i>Spirogyra rugulosa</i>	0,1–0,7	П.
<i>Spirogyra setiformis</i>	0,1–0,8 (2,5)	П.з., Г.з., И.гд.б.
<i>Spirogyra subcolligata</i>	0,1–1,0	И.гд.б., Г.з.
<i>Spirogyra tenuissima</i>	0,1–0,5 (1,0)	И.гд.б., И.тд.ч.
<i>Spirogyra varians</i>	0,1–0,5 (1,2)	И.гд.б., П., П.з., Г.з.
<i>Spirogyra weberi</i>	0,1–0,8 (1,5)	И.гд.б., П., П.з., Г.з.
<i>Sirogonium sticticum</i>	0,1–1,2	П.з., Г.з.

Примечание. Грунты: Т. – торф, И.т. – ил торфяной, И.гд.б. – ил грубодетритный бурый, И.тд.с. – ил тонкодетритный серый, И.тд.тс. – ил тонкодетритный тёмно-серый, И.тд.ч. – ил тонкодетритный чёрный, Г.з. – глина заиленная, Г. – глина, глинистый ил, П.з. – песок заиленный, П. – песок, супесь, Пг. – почвогрунт.

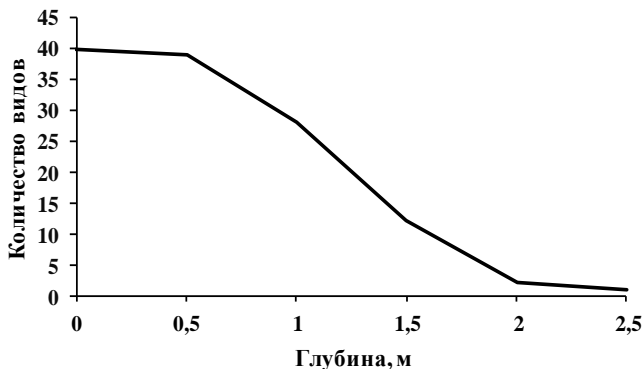


Рис. 5. Изменение видового разнообразия нитчатых сизимовых водорослей Западно-Сибирской равнины в зависимости от глубины гидроэкоотопов

На акваториях с глубиной более 1,0–1,5 м нитчатые сизимовые водоросли, как правило, встречаются под ярусом гелофитов, значительно реже – под ярусом плейстофитов или на

небольших плёсах между группировками гелофитов, где возникают особые экологические ниши, защищённые от сильных ветровых течений.

2.2. Отношение видов к грунтам

Важным компонентом абиотической среды водных экосистем являются донные грунты. Хотя нитчатые зигнемовые водоросли слабо связаны непосредственно с эдафотопической средой, всё же можно отметить их зависимость от состава грунтов, поскольку донные отложения оказывают существенное влияние на гидрохимический режим водоёмов, выступая в роли аккумуляторов минеральных элементов (Мусатов и др., 1979; Баранов, 1982; Мартынова, 1984).

Одной из главных характеристик донных отложений, согласно С.И. Кузнецову (1970), является содержание в них органического вещества. Тонкодетритные илистые грунты, особенно на участках, занятых высшими водными растениями обычно обогащены органическим веществом и соединениями азота и фосфора (Мартынова, 1984). Различные варианты тонкодетритных илов в мелководных водоёмах являются оптимальными для развития высших водных растений, так как сочетают в себе значительное количество органического вещества с высокими темпами его минерализации.

Рассматривая распределение видов нитчатых зигнемовых водорослей в диапазоне типов донных отложений, крайними из которых являются органический и минеральный субстраты – торф и песок (галька), можно отметить, что первый максимум видового разнообразия нитчатых зигнемовых соответствует экотопам с органическими грунтами крупнофракционного состава (торф, грубодетритный бурый ил, торфяной ил). Второй

максимум соответствует минеральным грунтам крупнофракционного состава (песок, заиленный песок), тогда как гидроэктопы с мелкофракционными органическими и минеральными грунтами (тонкодетритные илы, глины, почвогрунты) заняты представителями этой группы в меньшей степени (см. табл. 3, рис. 6).

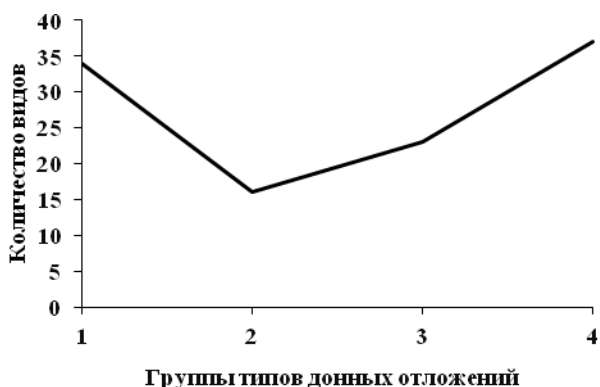


Рис. 6. Изменение видового разнообразия нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины в зависимости от донных отложений. Группы типов донных отложений: 1 – торф, грубодетритный бурый ил, торфяной ил; 2 – тонкодетритный чёрный, тёмно-серый, серый ил; 3 – глина, заиленная глина, почвогрунт; 4 – песок, заиленный песок

Нитчатые зигнемовые водоросли отличаются пониженной конкурентностью по сравнению с высшими гидрофитами, что отражается на их распределении преимущественно по экотопам, в меньшей степени пригодных для развития высших гидрофитов. В то же время на начальных стадиях формирования водной макрофитной растительности в проценозах (временных группировках) нитчатые зигнемовые водоросли в массе

развиваются на мелководьях с такими донными грунтами, как тонкодетритные илы, почвогрунты и глины в условиях временного отсутствия конкуренции со стороны высших гидрофитов.

2.3. Отношение видов к активной реакции, общей минерализации и общей жёсткости воды

Показатель активной реакции (рН) поверхностных вод Западно-Сибирской равнины подчинён известной зональной закономерности – с севера на юг происходит увеличение средних значений показателя рН поверхностных вод. В реках тундровой, лесотундровой и лесной зон водородный показатель имеет значения от 6,5 до 7,9. В период активной вегетации водных растений рН может повышаться до 8,5. Водородный показатель коррелирует с величиной минерализации и содержанием гидрокарбонатного иона: чем меньше минерализация, тем значительней активная реакция воды смещена в кислую сторону. На величину рН в водах, содержащих гумусовые вещества, вымываемые из торфяников болот и лесных почв, большое влияние оказывает диссоциация органических кислот. Поэтому минимальные значения водородного показателя отмечены в воде болотных озёр и рек (рН = 3,5–5,8) (Алекин, 1970; Бабушкин и др., 2007). В воде озёр лесостепной и степной зон водородный показатель варьирует от 7,0–7,5 до 9,2–10,2 и более (Форш, 1963, 1970).

Значения водородного показателя воды исследованных водных объектов Западно-Сибирской равнины находились в диапазоне рН = 3,9–11,0, то есть, согласно гидрохимической классификации (Никаноров, 2001), были охвачены группы кислых (рН = 3–5), слабокислых (рН = 5–6,5), нейтральных

(рН = 6,5–7,5), слабощелочных (рН = 7,5–8,5), щелочных (рН = 8,5–9,5) и сильнощелочных (рН > 9,5) вод. Нитчатые зигнемовые водоросли зарегистрированы в диапазоне от кислых до щелочных условий при рН = 4,8–9,2 (табл. 4). В кислых и слабокислых водах отмечен известный ацидобионт *Zygonium ericetorum*. В слабокислых водах зарегистрированы ацидофильные виды *Mougeotia nummuloides*, *Mougeotia quadrangulata*, *Spirogyra mirabilis*, *Spirogyra pellucida*.

Таблица 4

Активная реакция (рН), общая минерализация (Σi , г/дм³) и общая жёсткость ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, мг-экв/дм³) воды в экотопах нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины

Виды	рН	Σi	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$
<i>Zygnema cruciatum</i>	6,9–7,8	0,03–0,09	0,20–1,16
<i>Zygnema leiospermum</i>	6,9–7,9	0,09–0,59	1,16–4,99
<i>Zygnema stellinum</i>	6,5–8,3	0,20–1,52	3,07–6,70
<i>Zygonium ericetorum</i>	4,8–6,2	0,01	0,04–0,17
<i>Mougeotia genuflexa</i>	6,6–8,1	0,02–2,37	0,17–17,52
<i>Mougeotia laetevirens</i>	6,5–7,4	0,06–0,78	1,00–6,73
<i>Mougeotia nummuloides</i>	5,6	0,01	0,11–0,13
<i>Mougeotia quadrangulata</i>	5,6–6,2	0,01	0,13
<i>Mougeotia scalaris</i>	7,2–8,0	0,40–1,35	3,34–9,77
<i>Mougeotia tunicata</i>	7,5	1,69	10,62
<i>Spirogyra bellis</i>	6,5–8,1	0,06–0,84	0,20–9,27
<i>Spirogyra calospora</i>	6,7–7,0	0,06–0,20	0,20–3,07
<i>Spirogyra crassa</i>	6,6–7,9	0,13–0,31	1,46–3,17
<i>Spirogyra daedalea</i>	6,7–7,8	0,09–0,67	1,16–6,01
<i>Spirogyra decimina</i>	5,6–9,2	0,01–17,10	0,11–107,07
<i>Spirogyra dictyospora</i>	7,5–8,5	0,06–1,35	0,68–9,77
<i>Spirogyra fluviatilis</i>	7,6–7,9	0,09–0,64	1,16–5,28
<i>Spirogyra gracilis</i>	6,8–7,6	0,02–0,30	0,17–2,70
<i>Spirogyra hassallii</i>	6,7–7,5	0,01–1,69	0,09–10,62
<i>Spirogyra hungarica</i>	7,9	0,49	4,55
<i>Spirogyra inflata</i>	6,7–7,1	0,02–0,04	0,19–0,38
<i>Spirogyra insignis</i>	6,7–7,9	0,02–0,13	0,21–1,63
<i>Spirogyra irregularis</i>	7,8	0,43	3,74
<i>Spirogyra majuscula</i>	6,5–7,6	0,06–0,64	0,20–5,28
<i>Spirogyra maxima</i>	6,5–8,8	0,06–1,32	0,20–10,33

<i>Spirogyra mirabilis</i>	6,1	0,06	0,29
<i>Spirogyra neglecta</i>	6,9–8,7	0,12–2,37	1,82–17,52
<i>Spirogyra nitida</i>	6,2–7,5	0,08–1,69	0,67–10,62
<i>Spirogyra pellucida</i>	6,5	0,06	0,20
<i>Spirogyra porticalis</i>	7,6	0,70	5,46
<i>Spirogyra punctata</i>	8,7	0,57	5,56
<i>Spirogyra quadrata</i>	6,5–7,5	0,06–1,35	0,20–9,77
<i>Spirogyra reticulata</i>	7,2–8,5	0,34–1,44	3,18–10,66
<i>Spirogyra rugulosa</i>	7,1	0,20	3,40
<i>Spirogyra setiformis</i>	7,0–8,2	0,12–1,69	2,39–10,62
<i>Spirogyra subcolligata</i>	6,9–7,5	0,19–0,29	1,39–3,28
<i>Spirogyra tenuissima</i>	6,7–8,8	0,01–0,57	0,12–4,77
<i>Spirogyra varians</i>	6,5–8,5	0,02–0,80	0,21–7,98
<i>Spirogyra weberi</i>	6,5–8,5	0,06–0,93	0,20–8,15
<i>Sirogonium sticticum</i>	6,6–7,8	0,09–0,30	1,16–2,70

В воде с нейтральной реакцией обитала большая группа нейтробактериальных видов: *Zygnema cruciatum*, *Zygnema leiosperrum*, *Mougeotia laetevirens*, *Mougeotia scalaris*, *Mougeotia tunicata*, *Spirogyra calospora*, *Spirogyra crassa*, *Spirogyra daedalea*, *Spirogyra dictyospora*, *Spirogyra fluviatilis*, *Spirogyra gracilis*, *Spirogyra hassallii*, *Spirogyra hungarica*, *Spirogyra inflata*, *Spirogyra insignis*, *Spirogyra majuscula*, *Spirogyra nitida*, *Spirogyra porticalis*, *Spirogyra quadrata*, *Spirogyra rugulosa*, *Spirogyra subcolligata*, *Sirogonium sticticum*. В нейтральных и слабощелочных водах встречены нейтро-алкалифильные виды *Zygnema stellinum*, *Mougeotia genuflexa*, *Spirogyra bellis*, *Spirogyra irregularis*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogyra punctata*, *Spirogyra reticulata*, *Spirogyra setiformis*, *Spirogyra tenuissima*, *Spirogyra varians*, *Spirogyra weberi*. В диапазоне от слабокислых до щелочных вод отмечен индифферентный к активной реакции воды вид *Spirogyra decimina*. Согласно полученным данным, среди западносибирских нитчатых зигнемовых водорослей преобладают нейтробактериальные (55%).

Величина рН зависит от соотношения между концентрациями карбонатных и гидрокарбонатных анионов. Карбонаты (соли угольной кислоты) представляют собой компоненты, определяющие природную щёлочность воды. Содержание их в воде связано с растворением атмосферного CO_2 , с процессами химического выветривания, с жизненными процессами, протекающими в воде, а также с поступлением грунтовых вод и осадков. В поверхностных водах гидрокарбонаты присутствуют в основном в растворённом состоянии. При низкой концентрации гидрокарбонатного аниона значения рН меньше 4,0. В водах, где гидрокарбонатный анион является главной формой производных угольной кислоты значения рН = 6,0–10,0, причём при максимальной концентрации этого аниона рН = 8,3–8,4 (Алекин, 1970).

Ацидобионтные и ацидофильные виды нитчатых зигнемовых водорослей обитают при минимальных концентрациях гидрокарбонатного аниона (от 0 до 7,3 мг/дм³) (рис. 7).

В экотопах нейтробионтных видов концентрация гидрокарбонатов уже значительно выше и составляет 12–643 мг/дм³ (рис. 8).

В водах с наиболее широким диапазоном и максимально высокими значениями концентрации гидрокарбонатного аниона отмечены нейтро-алкалифильные виды (8–938 мг/дм³) (рис. 9) и индифферентный вид *Spirogyra decimina* (6–938 мг/дм³) (рис. 10).

Таким образом, виды *Zygonium ericetorum*, *Mougeotia nummuloides*, *Mougeotia quadrangulata*, *Spirogyra mirabilis*, *Spirogyra pellucida* способны занимать гидроэкотопы, крайне слабо обеспеченные гидрокарбонатами.

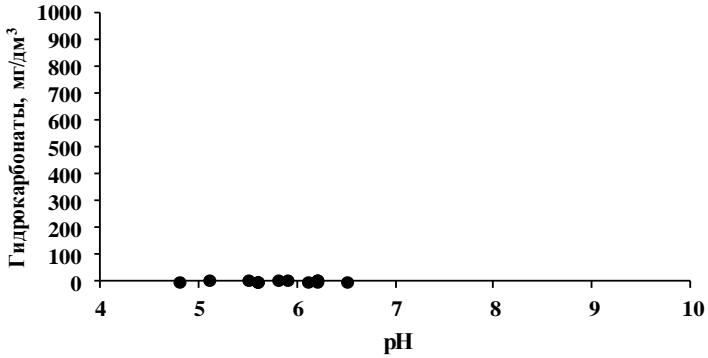


Рис. 7. Распределение значений pH и концентрации гидрокарбонатного аниона в воде местообитаний ацидобионтного вида *Zygonium ericetorum* и ацидофильных видов нитчатых зигневых водорослей

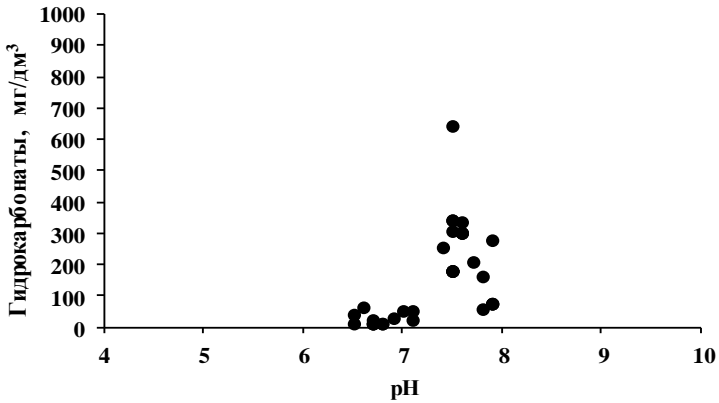


Рис. 8. Распределение значений pH и концентрации гидрокарбонатного аниона в воде местообитаний нейтробийных видов нитчатых зигневых водорослей

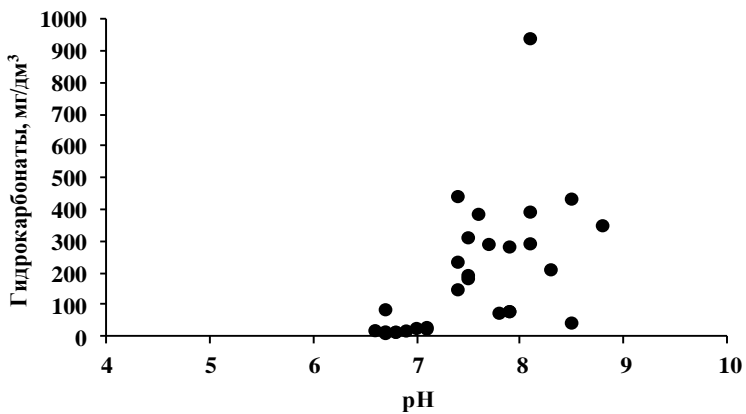


Рис. 9. Распределение значений рН и концентрации гидрокарбонатного аниона в воде местообитаний нейтро-алкалифильных видов нитчатых зигменовых водорослей

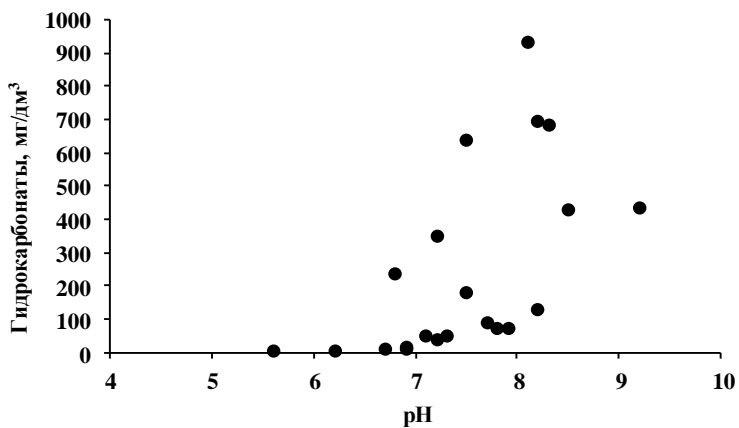


Рис. 10. Распределение значений рН и концентрации гидрокарбонатного аниона в воде местообитаний индифферентного вида *Spirogyra decimata*

Напротив, виды *Zygnema stellinum*, *Mougeotia genuflexa*, *Spirogyra bellis*, *Spirogyra irregularis*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogyra punctata*, *Spirogyra reticulata*, *Spirogyra setiformis*, *Spirogyra tenuissima*, *Spirogyra varians*, *Spirogyra weberi* заметно отличаются повышенными требованиями к содержанию гидрокарбонатов в водной среде.

Минерализация воды (сумма ионов основных растворённых солей) – важный абиотический фактор, определяющий возможность развития видов нитчатых зигнемовых водорослей. Существуют разные классификации поверхностных вод по минерализации. По О.А. Алекину (1970) воды с минерализацией до 1 г/дм³ считаются пресными, от 1 до 25 г/дм³ – солоноватыми, свыше 25 г/дм³ – соляными. В пределах солоноватых вод выделяют также группу условно-пресных вод с минерализацией 1–3 г/дм³ (Лезин, 1982).

Кроме того, для оценки распределения гидромакрофитов в диапазоне минерализации 3–25 г/дм³ дополнительно возможно выделить 3 подгруппы солоноватых вод: слабосоленоватую, среднесоленоватую, сильносоленоватую (Свириденко, 2000). Также более детально классифицируют маломинерализованные воды, выделяя в частности категорию ультрапресных вод, широко представленных на севере Западно-Сибирской равнины (Справочник..., 1989).

В монографии принята следующая градация поверхностных вод по минерализации для выражения галотолерантности нитчатых зигнемовых водорослей (табл. 5). В водных объектах Западно-Сибирской равнины показатель минерализации воды находится в прямолинейной зависимости с величиной общей жёсткости (рис. 11) и отчётливо коррелирует с составом основных растворённых солей (составом воды) (Алекин, 1959; Форш, 1963).

Таблица 5

Подразделение поверхностных вод по минерализации

Группы вод	Подгруппы вод	Минерализация, г/дм ³
Пресная	ультрапресная	до 0,2
	типично пресная	0,2–1,0
Условно-пресная	условно-пресная	1,1–3
Солоноватая	слабосоленоватая	3,1–5
	среднесолоноватая	5,1–8
	сильносолоноватая	8,1–25
Соляная	соляная	более 25

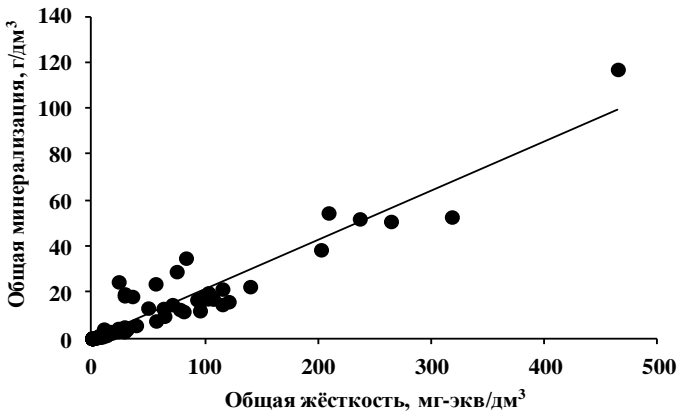


Рис. 11. Линия регрессии общей жёсткости от общей минерализации поверхностных вод Западно-Сибирской равнины

Ультрапресные и типично пресные воды имеют гидрокарбонатно-кальциевый (C^{Ca}) или гидрокарбонатно-натриевый (C^{Na}) состав, условно-пресные воды – гидрокарбонатно-кальциево-натриевый (C^{CaNa}), хлоридно-

гидрокарбонатно-натриевый (С^{Na}), иногда сульфатно-натриевый (S^{Na}), хлоридно-натриевый (С^{Na}) состав, тогда как состав солоноватых вод может быть гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-магниевый (С^{Mg}), гидрокарбонатно-натриевый, сульфатно-натриевый, но чаще хлоридно-натриевый.

Общая жёсткость как свойство водной среды, зависит от наличия растворённых солей кальция и магния и определяется как сумма катионов ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, мг-экв/дм³). Согласно закону антагонизма ионов Ж. Леба (по: Б.Г. Иоганзен, 1979), вредное влияние солей на организмы устраняется при определённом соотношении одновалентных и двухвалентных ионов. Наличие ионов кальция и магния смягчает токсичное действие ионов натрия и калия, в связи с чем солевой обмен у гидробионтов в континентальных водах протекает в более широком диапазоне, чем в океанической (хлоридно-натриевой) воде. Одновалентные ионы определяют минимальный солевой диапазон выносливости вида, а двухвалентные – максимальный (Карпевич, 1975).

Согласно классификации природных вод по жёсткости очень мягкой считают воду с концентрацией ионов кальция и магния до 4 мг-экв/дм³, среднежёсткой – от 4 до 8 мг-экв/дм³, жёсткой – от 8 до 12 мг-экв/дм³, очень жёсткой – свыше 12 мг-экв/дм³ (Справочник ..., 1966).

Из таблицы 4 видно, что нитчатые зигнемовые водоросли в основном связаны с маломинерализованными мягкими и среднежёсткими водами и являются частью установленного ранее пресноводного флористического комплекса (Свириденко, 2000).

В ультрапресных очень мягких водах были отмечены виды: *Zygonium ericetorum*, *Mougeotia nummuloides*, *Mougeotia*

quadrangulata, *Spirogyra calospora*, *Spirogyra inflata*, *Spirogyra insignis*, *Spirogyra mirabilis*, *Spirogyra pellucida*, *Spirogyra rugulosa*.

В типично пресных, очень мягких и среднежестких водах обнаружена ещё более значительная группа видов: *Zygnema cruciatum*, *Zygnema leiospermum*, *Mougeotia laetevirens*, *Spirogyra bellis*, *Spirogyra crassa*, *Spirogyra daedalea*, *Spirogyra fluviatilis*, *Spirogyra gracilis*, *Spirogyra hungarica*, *Spirogyra irregularis*, *Spirogyra majuscula*, *Spirogyra porticalis*, *Spirogyra punctata*, *Spirogyra subcolligata*, *Spirogyra tenuissima*, *Spirogyra varians*, *Spirogyra weberi*, *Sirogonium sticticum*.

В более широком диапазоне от ультрапресных и типично пресных очень мягких вод до условно-пресных среднежестких и жестких вод зарегистрированы виды: *Zygnema stellinum*, *Mougeotia genuflexa*, *Mougeotia scalaris*, *Mougeotia tunicata*, *Spirogyra dictyospora*, *Spirogyra hassallii*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogyra nitida*, *Spirogyra quadrata*, *Spirogyra reticulata*, *Spirogyra setiformis*.

В целом в ультрапресных, типично пресных и условно-пресных, очень мягких, среднежестких и жестких водах отмечено 97% всех видов нитчатых зигнемовых водорослей, известных на Западно-Сибирской равнине. Единственный вид *Spirogyra decimina* встречен не только в пресных, но также и в солоноватых жестких и очень жестких водах (см. табл. 4).

Соответственно, в связи невысокой минерализацией воды в гидроэкотопах нитчатых зигнемовых водорослей преобладают воды гидрокарбонатного класса групп кальция и натрия (56,8%), а также значительная доля принадлежит водам хлоридного класса групп кальция и натрия (40,5%) (рис. 12, табл. 6).

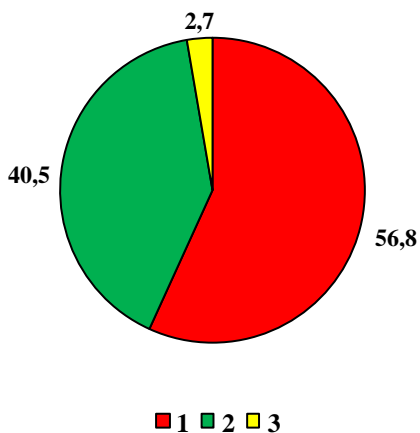


Рис. 12. Распределение экотопов нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины по классам поверхностных вод (в %).
Класс воды: 1 – гидрокарбонатный (С), 2 – хлоридный (Сl),
3 – сульфатный (S)

Таблица 6

Состав воды, цветность (в градусах по ХКШ) и содержание гидрокарбонатного аниона (мг/дм³) в воде экотопов нитчатых зигнемовых водорослей ЗападноСибирской равнины

Виды	Состав воды	Цветность	HCO ₃ ⁻
<i>Zygnema cruciatum</i>	C ^{Ca}	63	31,7
<i>Zygnema leiospermum</i>	C ^{Ca} , C ^{Na} , CCl ^{Na}	63–276	28,1–290,8
<i>Zygnema stellinum</i>	C ^{Ca} , C ^{NaCa} , Cl ^{Na}	80–250	8,5–148,8
<i>Zygonium ericetorum</i>	C ^{Ca} , Cl ^{NaCa}	13–218	0,0–3,6
<i>Mougeotia genuflexa</i>	C ^{Ca} , CCl ^{Na} , Cl ^{Na}	56–144	12,4–938,2
<i>Mougeotia laetevirens</i>	C ^{Ca} , CCl ^{Na} , Cl ^{Na}	100–209	255,7
<i>Mougeotia nummuloides</i>	C ^{Ca}	74	7,3
<i>Mougeotia quadrangulata</i>	C ^{Ca}	74–98	6,1–7,3
<i>Mougeotia scalaris</i>	ClC ^{Ca} , ClC ^{Na} , Cl ^{Na}	100–473	256,2–345,3
<i>Mougeotia tunicata</i>	ClC ^{Na}	491	642,9
<i>Spirogyra bellis</i>	C ^{Ca} , C ^{NaCa} , ClC ^{Ca}	37–1400	82,9–390,8
<i>Spirogyra calospora</i>	C ^{Ca}	100–180	53,1
<i>Spirogyra crassa</i>	C ^{Ca} , C ^{NaCa} , C ^{Na}	40–180	53,1–180,6

<i>Spirogyra daedalea</i>	C^{NaCa}	63–107	31,7–309,9
<i>Spirogyra decimina</i>	$C^{Ca}, C^{NaCa}, CCl^{MgNa},$ $CIC^{Na}, Cl^{Na}, SCI^{Na}$	27–491	6,1–938,2
<i>Spirogyra dictyospora</i>	C^{Ca}, CIC^{Na}	27–473	41,0–345,3
<i>Spirogyra fluviatilis</i>	C^{Ca}, CIC^{Na}	63–304	77,0–309,9
<i>Spirogyra gracilis</i>	C^{Ca}, CIC^{Na}	69	12,2–300,1
<i>Spirogyra hassallii</i>	C^{Ca}, CIC^{Na}	69–491	12,2–642,9
<i>Spirogyra hungarica</i>	C^{Ca}	161	280,7
<i>Spirogyra inflata</i>	C^{Ca}, C^{NaCa}	59–69	13,2–26,8
<i>Spirogyra insignis</i>	$C^{Ca}, C^{NaCa}, CIC^{Ca}$	63–226	13,2–76,9
<i>Spirogyra irregularis</i>	C^{Ca}	63	200,1
<i>Spirogyra majuscula</i>	$C^{Ca}, C^{NaCa}, CIC^{NaCa}$	40–100	13,2–302,6
<i>Spirogyra maxima</i>	$C^{Ca}, CIC^{NaCa}, CIC^{Na},$ Cl^{KNa}, Cl^{Na}	27–400	71,9–494,8
<i>Spirogyra mirabilis</i>	C^{Ca}	409	7,3
<i>Spirogyra neglecta</i>	$C^{Ca}, C^{NaCa}, C^{Na}, CIC^{NaCa}$	14–304	123,8–695,4
<i>Spirogyra nitida</i>	C^{NaCa}, CCl^{Na}	268–491	44,8–642,9
<i>Spirogyra pellucida</i>	C^{Ca}	100	–
<i>Spirogyra porticalis</i>	CIC^{CaNa}	85	336,1
<i>Spirogyra punctata</i>	CIC^{CaNa}	17	537,4
<i>Spirogyra quadrata</i>	C^{Ca}, CCl^{Na}	40–473	180,6–345,3
<i>Spirogyra reticulata</i>	C^{Ca}, CIC^{Na}	58–241	236,2–533,1
<i>Spirogyra rugulosa</i>	CIC^{Ca}	180	53,1
<i>Spirogyra setiformis</i>	$C^{Ca}, C^{Na}, CIC^{Ca}, CIC^{Na}$	39–276	28,1–695,4
<i>Spirogyra subcolligata</i>	C^{Ca}	28–371	183,5
<i>Spirogyra tenuissima</i>	C^{Ca}	64–68	8,4–348,5
<i>Spirogyra varians</i>	C^{Ca}, CIC^{NaCa}	22–226	13,2–512,4
<i>Spirogyra weberi</i>	$C^{Ca}, C^{Na}, CCl^{Na},$ CIC^{NaCa}, SC^{CaNa}	27–309	17,1–432,0
<i>Sirogonium sticticum</i>	$C^{Ca}, C^{CaNa}, CIC^{Ca}$	63–162	31,7–91,7

Примечание. Класс воды: С – гидрокарбонатный, Cl – хлоридный, S – сульфатный. Группа воды: Ca – кальциевая, Na – натриевая, K – калиевая, Mg – магниевая.

2.4. Отношение видов к цветности воды

Цветность природных вод зависит от содержания гумусовых веществ и соединений трёхвалентного железа. Гумусовые комплексы железа особенно характерны для

болотных вод (Алекин, 1970). Высокая цветность воды оказывает отрицательное влияние на развитие водных растительных организмов из-за снижения концентрации растворённого кислорода, который расходуется на окисление соединений железа и гумусовых веществ. Кроме того, высокая цветность снижает прозрачность (светопропускание) воды (Семёнов, 1977).

В исследованных водных объектах Западно-Сибирской равнины показатель цветности варьировал в очень широких пределах – от 4 до 1827 градусов по хром-кобальтовой шкале (ХКШ). Для сравнения, показатель цветности питьевой воды равен 20 градусам по ХКШ.

В целом нитчатые зигнемовые водоросли были отмечены в воде с цветностью 13–1400 градусов. Подавляющее большинство видов встречено в воде с малой цветностью, однако некоторые виды были зарегистрированы при значительных значениях этого показателя.

При относительно невысокой цветности, близкой к нормативу для питьевой воды или превышающей его не более чем в 2–5 раз, были отмечены *Zygnema cruciatum*, *Mougeotia nummuloides*, *Mougeotia quadrangulata*, *Spirogyra gracilis*, *Spirogyra inflata*, *Spirogyra irregularis*, *Spirogyra majuscula*, *Spirogyra pellucida*, *Spirogyra porticalis*, *Spirogyra punctata*, *Spirogyra tenuissima*.

В воде с цветностью, превышающей норматив для питьевой воды в 5–15 раз, зарегистрированы *Zygnema leiospermum*, *Zygnema stellinum*, *Zygonium ericetorum*, *Mougeotia genuflecta*, *Mougeotia laetevirens*, *Spirogyra calospora*, *Spirogyra crassa*, *Spirogyra daedalea*, *Spirogyra hungarica*, *Spirogyra insignis*, *Spirogyra reticulata*, *Spirogyra rugulosa*, *Spirogyra setiformis*, *Spirogyra varians*, *Sirogonium sticticum*.

При ещё более высокой цветности, превышающей норматив для питьевой воды в 15–25 раз отмечены *Mougeotia scalaris*, *Mougeotia tunicata*, *Spirogyra decimina*, *Spirogyra dictyospora*, *Spirogyra fluviatilis*, *Spirogyra hassallii*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra mirabilis*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogyra nitida*, *Spirogyra quadrata*, *Spirogyra subcolligata*, *Spirogyra weberi*.

Вид *Spirogyra bellis* был отмечен при цветности воды 1400 градусов, то есть при превышении норматива для питьевой воды в 70 раз.

Особенности биоморф видов нитчатых зигнемовых водорослей обеспечивают возможность их развития при высоких значениях цветности воды, и соответственно, при малой прозрачности. Способность к активному движению позволяет этим водорослям занимать верхние слои водной среды и участвовать в формировании ярусов плейстофитов и гидатофитов совместно с высшими водными растениями.

2.5. Отношение видов к содержанию растворимых форм тяжёлых металлов в воде

В изученных водных объектах Западно-Сибирской равнины массовая концентрация растворимых форм тяжёлых металлов находилось в следующих диапазонах: Fe – 1,0–6920,0 мкг/дм³, Pb – 0,0–5,1 мкг/дм³, Ni – 0,0–52,3 мкг/дм³, Zn – 1,4–115,5 мкг/дм³, Cd – 0,0–3,1 мкг/дм³, Cr – 0,0–5,8 мкг/дм³, Cu – 0,1–5,0 мкг/дм³, Mn – 0,0–57,3 мкг/дм³ (Свириденко и др., 2017 г). Более широкие диапазоны концентрации растворимых форм выявлены для железа, марганца и цинка, поэтому перспективно рассматривать толерантность видов по отношению к этим химическим элементам.

Концентрация растворимых форм химических элементов в воде зависит как от природных, так и от антропогенно обусловленных процессов. Тяжёлые металлы традиционно относят к приоритетным элементам-загрязнителям природных вод. Известно, что многие металлы необходимы для организмов, однако их повышенные концентрации приводят к нарушениям функций биосистем (Давыдова, Тагасов, 2003; Добровольский, 2003). В то же время в отдельных регионах фоновое содержание некоторых металлов в поверхностных водах варьирует в широких пределах, а максимальные концентрации могут быть очень высокими, что позволяет в природных условиях получить информацию о толерантности гидробионтов к таким химическим элементам.

Железо относится к химическим элементам четвёртого класса опасности. Региональные биогеохимические закономерности содержания железа в поверхностных водах Западно-Сибирской равнины усиливает техногенный фактор – добыча углеводородов. На таких промышленных участках, особенно распространённых на севере региона, отмечают повышенное содержание этого элемента по сравнению с фоновыми концентрациями (Нечаева, 2009; Московченко, 2010). В связи с этим актуальной задачей является своевременная оценка влияния концентрации растворимых форм железа на различные компоненты фитобиоты естественных и техногенно нарушенных водных объектов и разработка системы фитоиндикации для объективной оценки вклада процессов, связанных с добычей и транспортировкой углеводородов в загрязнение водной среды этим химическим элементом.

Изученность толерантности водных макроскопических растений – ведущих компонентов фитобиоты водных объектов западносибирского региона к содержанию железа в водной

среде остается далеко не полной. Важной задачей является обобщение полученных материалов о толерантности видов нитчатых зигнемовых водорослей к содержанию растворимых форм железа в водной среде. На данном этапе осуществляется получение в природных условиях первичной информации о концентрации растворимых форм железа в экотопах видов и составление диапазонов толерантности. Поскольку малые концентрации железа в природных водах не лимитируют развитие большинства видов гидромакрофитов, то основное значение приобретает выявление верхних пределов устойчивости каждого вида к этому фактору водной среды.

Для рыбохозяйственных водоёмов предельно допустимая концентрация (ПДК) железа составляет 100 мкг/дм³ (Приказ ..., 2017). Кларк растворимых форм железа в речных водах равен 40 мкг/дм³ (Виноградов, 1967; Гордеев, Лисицын, 1978, 1979; Гордеев, 1983). Согласно работе А.И. Перельмана (1975), железо является типоморфным элементом гумидной зоны Западно-Сибирской равнины, определяющим существенные и характерные особенности ландшафта, в котором развиты процессы заболачивания и подзолообразования. В условиях окислительно-восстановительной обстановки гумидных ландшафтов железо геохимически активно и нередко содержится в большом количестве, превышающем ПДК и кларковое значение (Нечаева, 1985; Уварова, 2011; Хорошавин, Ефименко, 2014; Агбалян, Шинкарук, 2015). На Западно-Сибирской равнине с севера на юг отчётливо выражен тренд снижения концентрации этого элемента в поверхностных водах. В тундровой и лесотундровой зонах (Ямало-Ненецкий автономный округ) концентрация железа в воде достигает 1479–6386 мкг/дм³ (Московченко, 2010), в лесной зоне (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) – от 97–200 мкг/дм³ до

3600–4000 мкг/дм³ (Нечаева, 1985; Московченко и др., 2007; Уварова, 2008; Дину и др., 2012). В лесостепной зоне (юг Тюменской обл.) железо также присутствует в поверхностных водах, но его концентрация часто меньше 10 мкг/дм³, реже достигает 40–470 мкг/дм³, в единичных озёрах – 780–820 мкг/дм³ (Дину и др., 2012; Солодовников, 2015). Медианное значение концентрации железа в поверхностных водах тундровой и лесотундровой зон составляет 416 мкг/дм³, в разных подзонах лесной зоны варьирует в пределах 126–272 мкг/дм³, в лесостепной зоне снижается до 56 мкг/дм³ (Кремлева и др., 2012).

Максимальная отмеченная концентрация железа в экотопах гидромакрофитов достигала 6920 мкг/дм³, то есть превышала кларковое значение в 173 раза (Свириденко и др., 2018). Представители нитчатых зигнемовых водорослей были отмечены в диапазоне концентрации железа от 0 до 4633 мкг/дм³ (табл. 7).

При весьма высокой концентрации железа (4633 мкг/дм³), превышающей кларковое значение более чем в 100 раз, отмечен единственный вид *Spirogyra bellis*.

Таблица 7

Содержание растворимых форм железа, марганца и цинка в воде гидроэкотопов нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины

Виды	Концентрация элемента, мкг/дм ³		
	Fe	Mn	Zn
<i>Zygnema cruciatum</i>	829	–	11,5
<i>Zygnema leiospermum</i>	28–1299	0,8	11,5–43,0
<i>Zygnema stellinum</i>	19–717	0,0–1,6	6,2–8,3
<i>Zygogonium ericetorum</i>	8–2757	1,1–33,2	11,0–42,4
<i>Mougeotia genuflexa</i>	2–1836	0,4–9,5	7,8–61,5
<i>Mougeotia laetevirens</i>	98	32,5	15,1
<i>Mougeotia nummuloides</i>	1789	41,7	15,8

<i>Mougeotia quadrangulata</i>	1789–1980	41,7–253,4	15,8–16,0
<i>Mougeotia scalaris</i>	137–1030	2,9–35,3	22,0–30,7
<i>Mougeotia tunicata</i>	35	49,5	43,1
<i>Spirogyra bellis</i>	9–4633	0,6–1,2	16,3–35,7
<i>Spirogyra calospora</i>	363	3,0	27,7
<i>Spirogyra crassa</i>	30–2215	10,2–35,5	5,8–28,0
<i>Spirogyra daedalea</i>	29–829	1,7	11,5–27,4
<i>Spirogyra decimina</i>	0–1980	0,1–253,4	0,0–48,8
<i>Spirogyra dictyospora</i>	0–144	0,5–2,9	22,0–31,7
<i>Spirogyra fluviatilis</i>	26–829	0,5–5,5	11,5–31,7
<i>Spirogyra gracilis</i>	355	6,4	8,7
<i>Spirogyra hassallii</i>	35–1027	1,0–49,5	6,3–43,1
<i>Spirogyra hungarica</i>	29	0,6	20,1
<i>Spirogyra inflata</i>	188–1027	3,4–7,9	15,0–21,6
<i>Spirogyra insignis</i>	26–852	0,5–26,8	6,3–31,7
<i>Spirogyra irregularis</i>	11	0,0	37,8
<i>Spirogyra majuscula</i>	30–43	2,9–35,5	28,0–31,6
<i>Spirogyra maxima</i>	8–188	0,2–35,5	8,0–35,7
<i>Spirogyra mirabilis</i>	293	7,7	21,1
<i>Spirogyra neglecta</i>	2–629	0,0–35,5	11,7–36,6
<i>Spirogyra nitida</i>	35–312	1,6–49,5	36,6–43,1
<i>Spirogyra porticalis</i>	27	2,8	13,8
<i>Spirogyra quadrata</i>	30–137	2,9–35,5	22,0–28,0
<i>Spirogyra reticulata</i>	7–10	0,7–6,1	5,0–21,5
<i>Spirogyra setiformis</i>	8–1299	0,0–35,5	11,5–42,0
<i>Spirogyra subcolligata</i>	28–715	0,0–2,0	8,2–54,2
<i>Spirogyra tenuissima</i>	14–355	2,7–6,4	4,8–36,5
<i>Spirogyra varians</i>	8–2273	0,4–35,5	6,3–31,7
<i>Spirogyra weberi</i>	14–721	0,3–32,5	11,7–115,5
<i>Sirogonium sticticum</i>	26–2215	0,5–10,2	5,8–48,8

Примечание. Значение 0 соответствует величине концентрации растворимых форм металла менее 0,5 мкг/дм³; значение 0,0 – менее 0,05 мкг/дм³. Прочерк означает отсутствие данных.

Также довольно высокую концентрацию железа, превышающую кларк более чем в 50 раз, выдерживают *Zygonium ericetorum* (хотя массовое развитие этого вида наблюдалось при очень низкой концентрации железа – 25 мкг/дм³), *Spirogyra crassa*, *Spirogyra varians*, *Sirogonium sticticum*. Близки к этой группе по ферротолерантности также

Mougeotia genuflexa, *Mougeotia quadrangulata*, *Spirogyra decimina*. Все эти виды можно рассматривать как ферротолерантные нитчатые зигнемовые водоросли.

Марганец также принадлежит к числу элементов четвёртого класса опасности. Для рыбохозяйственных водных объектов ПДК марганца составляет 10 мкг/дм³. На севере лесной ботанико-географической зоны Западно-Сибирской равнины марганец, как и железо, геохимически активен и содержится в большом количестве в поверхностных водах (Хорошавин, Ефименко, 2014). Кларк марганца в речных водах равен 10 мкг/дм³.

В ходе исследований нитчатые зигнемовые водоросли были отмечены в воде при концентрации марганца от 0,0 до 253,4 мкг/дм³ (см. табл. 7). В экотопах с концентрацией этого элемента более 250 мкг/дм³ (25 кларковых значений) отмечены популяции двух видов: *Mougeotia quadrangulata*, *Spirogyra decimina*. В экотопах с концентрацией марганца до 49–57 мкг/дм³ (около 5 кларковых значений) обнаружены популяции *Mougeotia tunicata*, *Spirogyra hassallii*, *Spirogyra nitida*. Вероятно, среди этих 5 видов могут быть выделены более устойчивые к данному химическому элементу, поскольку при концентрации, близкой к 3–4 кларкам (до 29–36 мкг/дм³) уже способны развиваться многие виды (*Zygonium ericetorum*, *Mougeotia laetevirens*, *Mougeotia nummuloides*, *Mougeotia scalaris*, *Spirogyra crassa*, *Spirogyra majuscula*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogyra quadrata*, *Spirogyra setiformis*, *Spirogyra varians*, *Spirogyra weberi*). В экотопах большинства видов концентрация марганца близка к кларковому значению или существенно ниже его.

Цинк считается элементом третьего класса опасности. Для рыбохозяйственных водных объектов ПДК цинка составляет

10 мкг/дм³. Кларковое значение цинка в речных водах равно 20 мкг/дм³.

Нитчатые зигнемовые водоросли были зарегистрированы в воде с концентрацией цинка от 4,8 до 115,5 мкг/дм³ (см. табл. 7). Высокие концентрации цинка (свыше 100 мкг/дм³, или более 5 кларков) зарегистрированы только в экотопах *Spirogyra weberi*.

Повышенная концентрация цинка (до 40–60 мкг/дм³, или 2–3 кларка) отмечена в экотопах *Zygnema leiospermum*, *Zygogonium ericetorum*, *Mougeotia genuflexa*, *Mougeotia tunicata*, *Spirogyra decimina*, *Spirogyra hassallii*, *Spirogyra nitida*, *Spirogyra setiformis*, *Spirogyra subcolligata*, *Sirogonium sticticum*.

Остальные виды обитали в водной среде с концентрацией цинка, близкой к кларковому значению или ниже его.

2.6. Отношение видов к содержанию нефтяных углеводородов в воде

Нефть и нефтепродукты относятся к числу приоритетных и основных загрязнителей, чрезвычайно опасных для водных экосистем Западно-Сибирской равнины (Солнцева, 1998; Бабушкин и др., 2007; Московченко и др., 2007; Уварова, 2009, 2011, 2012). Основное количество нефтяных углеводородов поступает в поверхностные воды в районах разработки нефтяных месторождений и транспортировки нефти. В целом содержание нефтяных углеводородов в водных объектах Западно-Сибирской равнины варьирует в широком диапазоне. Например, в бассейнах основных рек Ханты-Мансийского автономного округа – Югры средняя концентрация нефтепродуктов в поверхностных водах составляет 0,07–0,25 мг/дм³ (Московченко и др., 2007), а в некоторых водных

объектах отмечали экстремальные (более 5 мг/дм³) и аномально высокие концентрации (до 2000 мг/дм³) (Кудрин, 2002; Бабушкин и др., 2007). Кроме того, на севере Западно-Сибирской равнины в поверхностных водах содержится значительное количество углеводов природного генезиса, близких по составу к нефтяным углеводородам, в связи с чем разграничение этих двух форм углеводородного загрязнения затруднено. Концентрация таких природных углеводов в незагрязненных техногенными нефтепродуктами водных объектах может достигать от 0,01 до 0,20 мг/дм³ (Бабушкин и др., 2007). Общий широкий диапазон концентраций техногенных нефтепродуктов и близких к ним углеводов природного генезиса в поверхностных водах региона позволяет получить информацию об устойчивости видов гидрофильных растений к данным соединениям.

В настоящее время активно исследуется устойчивость морских и континентальноводных макрофитов к нефтяному загрязнению и оценивается возможность применения этих растений для биологической очистки нефтезагрязнённых вод (Миронов, Цымбал, 1975; Прохорова, 1982; Воскобойников и др., 2004, 2008; Воскобойников, 2006; Степаньян, Воскобойников, 2006, 2008). Отмечено, что нефть, как комплексный неспецифический токсикант, влияет на различные аспекты роста и развития макроскопических водорослей, снижая биологическое разнообразие, количественное развитие видов, общую продуктивность, продолжительность жизни и репродуктивную способность. В то же время выявлена устойчивость ценозов макроводорослей к нефтяному воздействию, обусловленная формированием природных разноуровневых симбиотических группировок, в первую

очередь – гидромакрофитов и нефтеразрушающих микроорганизмов (Соломонова, Остроумов, 2015).

Подобный механизм адаптации к нефтяному загрязнению установлен в пресноводных экосистемах (Тумайкина и др., 2008). В условиях усиления техногенного загрязнения водных объектов Западно-Сибирской равнины актуальными задачами являются разработка методов фитоиндикации состояния водной среды и совершенствование биотехнологий восстановления качества поверхностных вод. Особенно большое значение может иметь разработка биотехнологий очищения нефтезагрязнённых вод при участии группировок гидромакрофитов в комплексе с нефтеразрушающими бактериями. В связи с этим возникает необходимость получения информации об устойчивости различных видов водных макроскопических растений к углеводородному загрязнению.

Поскольку нефтепродукты не относятся к числу ресурсов, необходимых гидрофильным растениям, основной задачей является выявление верхних значений концентраций нефтяных и природных углеводородов, в разной степени ограничивающих развитие видов растений в водных экотопах.

В обследованных водоёмах Западно-Сибирской равнины суммарное содержание нефтяных углеводородов варьировало в пределах от 0,01 до 2,30 мг/дм³, то есть нередко превышало ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения (0,05 мг/дм³) (Приказ ..., 2017).

В водных объектах, находящихся на территории активного недропользования (лесная и лесотундровая зоны) уровень загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами был особенно высоким. В 51% от числа исследованных водных объектов концентрация нефтепродуктов превышала ПДК и достигала 0,06–2,30 мг/дм³.

В лесостепных и степных районах суммарное содержание нефтепродуктов не превышало 0,11 мг/дм³. В 24% от числа изученных водных объектов этих районов концентрация нефтепродуктов была выше ПДК и находилась в пределах 0,06–0,11 мг/дм³.

Безусловно, что отсутствие углеводородного (нефтяного) загрязнения благоприятно для всех видов растений. Большинство видов нитчатых зигнемовых водорослей зарегистрировано при концентрации нефтяных углеводородов ниже 0,01 мг/дм³ или близкой к концентрации, соответствующей ПДК для рыбохозяйственных водных объектов (от 0,01 до 0,05 мг/дм³). При слабых уровнях загрязнения нефтепродуктами, превышающих ПДК в 1,2–2 раза (до 0,06–0,10 мг/дм³) были зарегистрированы *Mougeotia laetevirens*, *Spirogyra daedalea*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra weberi*.

В водоёмах с повышенным уровнем нефтяного загрязнения (до 0,16–0,48 мг/дм³, или 3,2–9,6 значений ПДК) отмечены виды некоторых крупных спиригир: *Spirogyra bellis*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogyra setiformis*. В экстремально загрязнённых нефтяными углеводородами водных экотопах (2,30 мг/дм³, то есть 46 ПДК) обнаружены виды *Zygnema stellinum* и *Spirogyra decimina* (*Свириденко, Свириденко, 2015; Свириденко и др., 2015, 2017 в).

2.7. Отношение видов к трофо-сапробным условиям водной среды

Предварительная характеристика трофо-сапробных свойств нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины была опубликована ранее (Свириденко и др., 2011 а). Новые данные позволяют корректировать информацию об

отношении видов этой группы к условиям трофности и сапробности водной среды, в том числе такие показатели, как их индивидуальная валентность и индикаторный вес.

Большинство видов нитчатых зигнемовых водорослей территории исследований (27 видов, или 67,5%) являются олиго-мезотрофными.

Олиготрофные виды составляют только 12,5% от общего числа (*Zygnema cruciatum*, *Zygogonium ericetorum*, *Mougeotia nummuloides*, *Mougeotia quadrangulata*, *Spirogyra calospora*).

К мезотрофным принадлежат 7 видов (17,5%): *Mougeotia tunicata*, *Spirogyra crassa*, *Spirogyra daedalea*, *Spirogyra majuscula*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogyra setiformis*.

Мезо-евтрофным является вид *Spirogyra decimina* (2,5%) (табл. 8).

Таблица 8

Распределение индивидуальных валентностей (v_i) по группам трофности (О, М, Е) и индикаторный вес (J_i) видов нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины

Виды	Индивидуальные валентности (v_i) по группам трофности			J_i
	О	М	Е	
<i>Zygnema cruciatum</i>	9	1	—	4
<i>Zygnema leiospermum</i>	7	3	—	3
<i>Zygnema stellinum</i>	3	7	—	3
<i>Zygogonium ericetorum</i>	9	1	—	4
<i>Mougeotia genuflexa</i>	5	5	—	3
<i>Mougeotia laetevirens</i>	4	6	—	3
<i>Mougeotia nummuloides</i>	9	1	—	4
<i>Mougeotia quadrangulata</i>	9	1	—	4
<i>Mougeotia scalaris</i>	4	6	—	3
<i>Mougeotia tunicata</i>	—	9	1	4
<i>Spirogyra bellis</i>	4	6	—	3
<i>Spirogyra calospora</i>	8	2	—	4

<i>Spirogyra crassa</i>	2	8	—	4
<i>Spirogyra daedalea</i>	1	9	—	4
<i>Spirogyra decimina</i>	1	5	4	3
<i>Spirogyra dictyospora</i>	4	6	—	3
<i>Spirogyra fluviatilis</i>	4	6	—	3
<i>Spirogyra gracilis</i>	3	7	—	3
<i>Spirogyra hassallii</i>	5	5	—	3
<i>Spirogyra hungarica</i>	4	6	—	3
<i>Spirogyra inflata</i>	3	7	—	3
<i>Spirogyra insignis</i>	6	4	—	3
<i>Spirogyra irregularis</i>	4	6	—	3
<i>Spirogyra majuscula</i>	1	8	1	4
<i>Spirogyra maxima</i>	1	8	1	4
<i>Spirogyra mirabilis</i>	4	6	—	3
<i>Spirogyra neglecta</i>	1	8	1	4
<i>Spirogyra nitida</i>	3	7	—	3
<i>Spirogyra pellucida</i>	5	5	—	3
<i>Spirogyra porticalis</i>	3	7	—	3
<i>Spirogyra punctata</i>	3	7	—	3
<i>Spirogyra quadrata</i>	6	4	—	3
<i>Spirogyra reticulata</i>	7	3	—	3
<i>Spirogyra rugulosa</i>	7	3	—	3
<i>Spirogyra setiformis</i>	1	8	1	4
<i>Spirogyra subcolligata</i>	3	7	—	3
<i>Spirogyra tenuissima</i>	4	6	—	3
<i>Spirogyra varians</i>	3	7	—	3
<i>Spirogyra weberi</i>	3	7	—	3
<i>Sirogonium sticticum</i>	3	7	—	3

Примечание. Группы трофности: О – олиготрофная, М – мезотрофная, Е – евтрофная.

Обобщённая оценка нитчатых зигнемовых водорослей к условиям трофности, рассчитанная как средневзвешенная валентность на основе индивидуальных валентностей видов и их индикаторного веса представлена на рис. 13. В целом данная группа характеризуется как олиго-мезотрофная. В её составе виды из семейств Zygnemataceae и Mougeotiaceae встречаются в более олиготрофных условиях в сравнении с видами из

семейства *Spirogyraceae*, которые распространены преимущественно в олиго-мезотрофных и мезотрофных условиях.

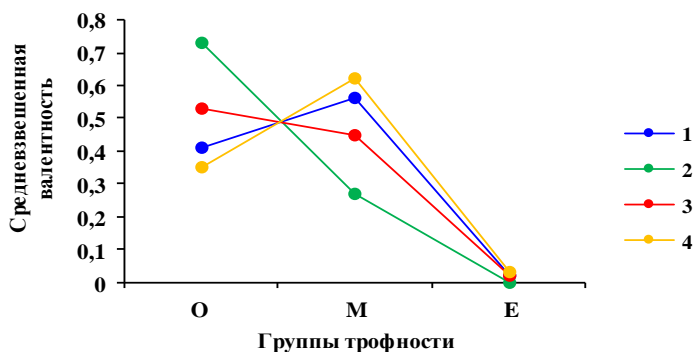


Рис. 13. Распределение средневзвешенных валентностей нитчатых зигнемовых водорослей по группам трофности. Группы трофности: О – олиготрофная, М – мезотрофная, Е – евтрофная. Флористические выборки: 1 – все виды, 2 – виды *Zygnemataceae*, 3 – виды *Mougeotiaceae*, 4 – виды *Spirogyraceae*

Основное число видов нитчатых зигнемовых водорослей относится к олиго-бета-мезосапробным растениям (26 видов, или 65%). К олигосапробным принадлежат виды *Zygonium ericetorum*, *Mougeotia nummuloides*, *Mougeotia quadrangulata* (7,5%), к бета-мезосапробным – *Mougeotia tunicata*, *Spirogyra crassa*, *Spirogyra daedalea*, *Spirogyra fluviatilis*, *Spirogyra gracilis*, *Spirogyra majuscula*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra punctata*, *Spirogyra setiformis* (22,5%). Бета-альфа-мезосапробными являются такие виды, как *Spirogyra decimina* и *Spirogyra neglecta* (5%) (табл. 9). В целом группа нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины характеризуется как олиго-бета-мезосапробная. В её составе виды из семейств *Zygnemataceae* и

Mougeotiaceae встречаются в более олигосапробных условиях в сравнении с видами из семейства Spirogyraceae, которые распространены преимущественно в олиго-бета-мезосапробных и бета-мезосапробных условиях.

Таблица 9

Распределение индивидуальных валентностей (v_s) по группам сапробности (x, o, b, a, p) и индикаторный вес (J_s) видов нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины

Виды	Индивидуальные валентности (v_s) по группам сапробности					J_s
	x	o	b	a	p	
<i>Zygnema cruciatum</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Zygnema leiospermum</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Zygnema stellinum</i>	1	4	5	–	–	3
<i>Zygogonium ericetorum</i>	1	8	1	–	–	4
<i>Mougeotia genuflexa</i>	–	3	7	–	–	3
<i>Mougeotia laetevirens</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Mougeotia nummuloides</i>	–	9	1	–	–	4
<i>Mougeotia quadrangulata</i>	–	9	1	–	–	4
<i>Mougeotia scalaris</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Mougeotia tunicata</i>	–	–	9	1	–	4
<i>Spirogyra bellis</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Spirogyra calospora</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Spirogyra crassa</i>	–	–	10	–	–	5
<i>Spirogyra daedalea</i>	–	2	8	–	–	4
<i>Spirogyra decimina</i>	–	–	6	4	–	3
<i>Spirogyra dictyospora</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Spirogyra fluviatilis</i>	1	1	8	–	–	4
<i>Spirogyra gracilis</i>	–	2	8	–	–	4
<i>Spirogyra hassallii</i>	–	5	5	–	–	3
<i>Spirogyra hungarica</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Spirogyra inflata</i>	–	7	3	–	–	3
<i>Spirogyra insignis</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Spirogyra irregularis</i>	–	6	4	–	–	3
<i>Spirogyra majuscula</i>	–	1	8	1	–	4
<i>Spirogyra maxima</i>	–	1	8	1	–	4
<i>Spirogyra mirabilis</i>	–	4	6	–	–	3

<i>Spirogyra neglecta</i>	–	1	7	2	–	3
<i>Spirogyra nitida</i>	–	6	4	–	–	3
<i>Spirogyra pellucida</i>	–	5	5	–	–	3
<i>Spirogyra porticalis</i>	–	3	7	–	–	3
<i>Spirogyra punctata</i>	–	2	8	–	–	4
<i>Spirogyra quadrata</i>	–	5	5	–	–	3
<i>Spirogyra reticulata</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Spirogyra rugulosa</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Spirogyra setiformis</i>	–	1	8	1	–	4
<i>Spirogyra subcolligata</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Spirogyra tenuissima</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Spirogyra varians</i>	–	3	6	1	–	3
<i>Spirogyra weberi</i>	–	4	6	–	–	3
<i>Sirogonium sticticum</i>	–	4	6	–	–	3

Примечание. Группы сапробности: *x* – ксеносапробная, *o* – олигосапробная, *b* – бета-мезосапробная, *a* – альфа-мезосапробная, *p* – полисапробная.

Такие редкие виды из семейства Mougeotiaceae, как *Mougeotia nummuloides*, *Mougeotia quadrangulata* обнаружены только на севере лесной зоны, где распространены природные водные объекты с олигосапробными условиями. Исключительно в олигосапробных условиях обнаружены также популяции *Zygonium ericetorum* – представителя семейства Zygnemataceae. Обобщённая оценка отношения нитчатых зигнемовых водорослей к условиям сапробности, рассчитанная как средневзвешенная валентность на основе индивидуальных валентностей видов и их индикаторного веса, представлена на рис. 14.

Из видов семейства *Spirogyraceae* индикаторами бета-мезосапробных условий могут считаться, например, *Spirogyra crassa*, *Spirogyra daedalea*, *Spirogyra fluviatilis*, *Spirogyra gracilis*, *Spirogyra majuscula*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra setiformis*. Индикаторами бета-альфа-мезосапробных условий среды являются *Spirogyra decimina* и, отчасти, *Spirogyra neglecta*.

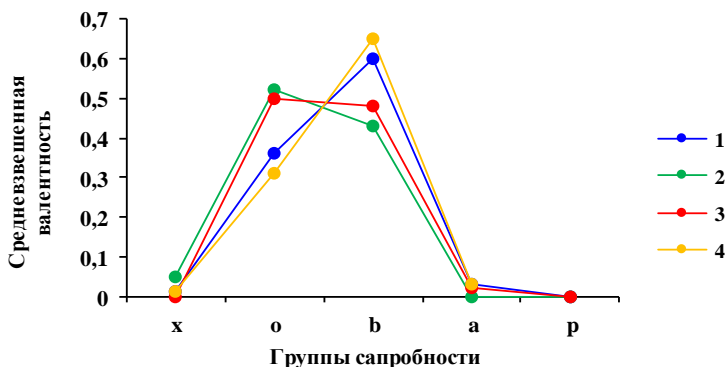


Рис. 14. Распределение средневзвешенных валентностей нитчатых зигнемовых водорослей по группам сапробности.

Группы сапробности: x – ксеносапробная, o – олигосапробная, b – бета-мезосапробная, a – альфа-мезосапробная, p – полисапробная. Флористические выборки: 1 – все виды, 2 – виды *Zygnemataceae*, 3 – виды *Mougeotiaceae*, 4 – виды *Spirogyraceae*

Согласно полученным данным, нитчатые зигнемовые водоросли на Западно-Сибирской равнине занимают преимущественно мелководные экотопы с органическими и минеральными грунтами крупнофракционного состава. Большинство видов проявляет связь с маломинерализованными, олиго-мезотрофными, олиго-бета-мезосапробными, мягкими и среднежесткими, нейтральными и слабощелочными водами гидрокарбонатного класса групп кальция и натрия, а также с водами хлоридного класса групп кальция и натрия. В связи с известными зональными закономерностями изменения этих природных факторов водные объекты с соответствующим качеством донных отложений и водной среды более распространены в лесной зоне, что частично определяет особенности географического распределения видов нитчатых зигнемовых на территории исследований.

ЦЕНОТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВИДОВ

В водных объектах Западно-Сибирской равнины виды нитчатых зигнемовых водорослей (нередко совместно с другими макроскопическими водорослями) формируют временные водорослевые группировки на свободных от высших гидрофильных растений участках акваторий – водорослевые одновидовые или многовидовые проценозы (13,4% от числа изученных группировок с участием нитчатых зигнемовых). Часто нитчатые зигнемовые водоросли совместно с другими представителями макроскопических низших растений образуют водорослевые синузии в составе растительных группировок разного уровня – в проценозах и относительно стабильных фитоценозах высших гидрофитов (49,9% от числа всех группировок). В некоторых условиях виды нитчатых зигнемовых даже являются субдоминантами растительных сообществ наряду с высшими гидрофитами (17% от числа всех группировок с участием видов этого порядка). Наконец, многие виды нитчатых зигнемовых водорослей с низким проективным покрытием (меньше 5%) были отмечены как ассектаторы в различных растительных группировках высших водных растений (19,7% от числа всех группировок).

При описании разнотипных группировок водных макроскопических растений с участием нитчатых зигнемовых водорослей на основе шкалы с ценой деления 5% было оценено частное проективное покрытие видов (ПП), а также общее проективное покрытие группировок (ОПП) гидромакрофитов или их структурных компонентов – водорослевых синузий. Для видов, имеющих проективное покрытие ниже 5%, значения этого показателя не приведены.

Объём понятия «растительная группировка» принят согласно работам Л.Г. Раменского (1971) и В.И. Василевича (1983). Растительной группировкой называют сочетание фотоавтотрофных макроскопических растений, пространственная однородность которого такова, что внутри него нельзя провести существенной границы, подразделяющей его на группировки того же ранга. Группировками разного ранга являются синузии, микрогруппировки, фитоценозы, комплексы фитоценозов. Наряду с высшими фотоавтотрофными растениями макроскопические водоросли также являются полноправными членами растительных группировок (Василевич, 1983).

В настоящей работе понятие «растительная группировка» в основном ограничено фитоценотическим уровнем. Растительные группировки, соответствующие рангу фитоценозов (ценозов) – это относительно устойчивые во времени, сбалансированные по составу и структуре сочетания макроскопических растений в пределах участков земной поверхности (акватории), однородных по комплексу экологических факторов. Основной единицей классификации фитоценозов традиционно является синтаксон ранга ассоциации.

В то же время в связи со значительной динамикой гидротопической среды на территории Западно-Сибирской равнины, проявляющейся в неустойчивости водного режима подавляющего большинства водных объектов, здесь отмечено повсеместное формирование кратковременно существующих группировок гидромакрофитов. Эти растительные группировки занимают обширные периферические акватории озёр, водохранилищ, рек, прудов, каналов, временных водоёмов (Свириденко, 2000). Такие неустойчивые несбалансированные и

случайные по составу и структуре растительные группировки, представляющие собой кратковременные сукцессионные стадии становления или различные состояния деградации фитоценозов Б.А. Быков (1957, 1970) предложил называть проценозами. При классификации проценозов их объединяют в синтаксоны ранга «ации» (Быков, 1970). Участие проценозов в сложении растительного покрова водных объектов Западно-Сибирской равнины, особенно в южных лесостепных и степных районах, очень существенно и вполне сравнимо по масштабам со стабильными фитоценозами (Свириденко, Свириденко, 1990).

Специфика экобиоморф нитчатых зигнемовых водорослей (наряду с некоторыми макроскопическими водорослями из других порядков) определяет их особое значение в сложении растительных группировок гидромакрофитов (фитоценозов, проценозов) в водных объектах региона. Эти макроскопические водоросли обычно включены в растительные группировки в составе синузий – то есть структурных частей растительных группировок, представляющих пространственно и экологически обособленные объединения особей одного или нескольких видов, близких в экобиоморфологическом отношении (Работнов, 1983; Ипатов, Кирикова, 1997). В полевых условиях визуально не представляется возможным сразу оценить роль каждого вида макроскопических водорослей в сложении синузии.

Определение видового состава синузий часто осуществляется в лабораторных условиях с применением микроскопов и специальных методик обработки и изучения собранного биологического материала. Но и в этих условиях некоторые виды макроскопических водорослей из состава синузий невозможно определить из-за их стерильного состояния или отсутствия некоторых важных диагностических признаков

вегетативных структур, поэтому реальный видовой состав водорослевых синузий часто бывает установлен неполно. Например, особую сложность представляет выявление видовой принадлежности представителей порядка Oedogoniales, также участвующих в сложении водорослевых синузий нитчатых зигнемовых водорослей. Для таких компонентов синузий в работе указано только родовое название.

Ниже приведены первичные данные о составе растительных группировок различного уровня с участием нитчатых зигнемовых водорослей. В приложении 3 на рисунках 1–26 представлены фотографии некоторых растительных группировок с участием нитчатых зигнемовых водорослей, исследованных в водных объектах Западно-Сибирской равнины.

1. *Zygnema cruciatum*. В водных объектах лесной зоны образцы этого вида собраны в синузии *Zygnema cruciatum* + *Zygnema leiospermum* + *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* (ОПП 10–40%) из состава временных группировок цветковых гидрофитов: *Carex aquatilis* – *Potamogeton perfoliatus* + *Hippuris vulgaris* + *Callitriche palustris* (ОПП 10–30%); *Hippuris vulgaris* + *Callitriche palustris* (ОПП 40%); *Agrostis stolonifera* + *Callitriche palustris* (ОПП 20–40%) (прил. 3, рис. 1); также в синузии *Spirogyra daedalea* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* + *Zygnema cruciatum* (ОПП 5–10%) из состава группировки гидрофитов *Potamogeton perfoliatus* + *Potamogeton alpinus* + *Callitriche palustris* (ОПП 10%).

2. *Zygnema leiospermum*. В лесной зоне вид отмечен в синузии *Zygnema cruciatum* + *Zygnema leiospermum* + *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* (ОПП 10–40%) из состава проценозов цветковых гидрофитов: *Carex aquatilis* – *Potamogeton perfoliatus* + *Hippuris vulgaris* + *Callitriche palustris* (ОПП 10–30%); *Hippuris vulgaris* + *Callitriche palustris* (ОПП

40%); *Agrostis stolonifera* + *Callitriche palustris* (ОПП 20–40%); в синузии *Zygnema leiospermum* + *Spirogyra weberi* + *Oedogonium* sp. (ОПП 20%) из состава ценоза *Stratiotes aloides* (ПП 70%).

В лесостепной зоне вид зарегистрирован в синузии *Spirogyra majuscula* + *Zygnema leiospermum* (ОПП 10%) из состава проценоза *Alisma plantago-aquatica* (ПП 10%) – *Zannichellia palustris* (ПП 20%); в синузии *Spirogyra porticalis* + *Spirogyra maxima* + *Zygnema stellinum* + *Zygnema leiospermum* + *Vaucheria geminata* + *Vaucheria hamata* + *Vaucheria sessilis* (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 20%) + *Bolboschoenus planiculmis* (ПП 20%) – *Ranunculus polyphyllus* (ПП 20%); в проценозе *Potamogeton pectinatus* (ПП 10%) + *Zygnema leiospermum* (ПП 5%).

В степной зоне вид собран в водорослевом проценозе *Zygnema leiospermum* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra* sp. ster. + *Mougeotia* sp. ster. + *Bulbochaete* sp. + *Oedogonium* sp. (ОПП 10%).

3. *Zygnema stellinum*. В тундровой зоне образцы собраны в водорослевом проценозе *Spirogyra weberi* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra calospora* + *Zygnema stellinum* + *Spirogyra* sp. ster. (ОПП 10%).

В водных объектах лесной зоны вид *Zygnema stellinum* (ПП 5%) отмечен в группировке *Potamogeton gramineus* (ПП 30%) с участием *Sagittaria natans*, *Eleocharis palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Rorippa amphibia*, *Potamogeton perfoliatus*; в синузии *Vaucheria geminata* + *Vaucheria walzii* + *Zygnema stellinum* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5–15%) из состава группировки *Phragmites australis* – *Alisma plantago-aquatica* (ОПП 20–30%) с участием *Cicuta virosa*, *Sparganium angustifolium*, *Calla palustris*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*, *Ranunculus gmelinii*, *Potamogeton*

perfoliatus, *Leptodictyum riparium*; в водорослевом проценозе *Zygnema stellinum* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5%); в синузии *Zygnema stellinum* + *Spirogyra quadrata* (ОПП 10%) из состава ценоза *Stratiotes aloides* (ПП 70%); в водорослевом проценозе *Vaucheria geminata* + *Zygnema stellinum* + *Spirogyra decimina* + *Mougeotia* sp. ster. (ОПП 70%) (прил. 3, рис. 2).

В лесостепной зоне вид входил в синузию *Zygnema stellinum* + *Spirogyra* sp. ster. + *Oedogonium* sp. (ОПП 20%) из состава ценоза *Glyceria maxima* (ПП 20%); в ценоз *Typha angustifolia* (ПП 10%) – *Lemna trisulca* (ПП 10%) + *Zygnema stellinum* (ПП 10%); в синузию *Spirogyra porticalis* + *Spirogyra maxima* + *Zygnema stellinum* + *Zygnema leiospermum* + *Vaucheria geminata* + *Vaucheria hamata* + *Vaucheria sessilis* (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 20%) + *Bolboschoenus planiculmis* (ПП 20%) – *Ranunculus polyphyllus* (ПП 20%); в проценоз *Phragmites australis* (ПП 10%) + *Eleocharis palustris* (ПП 10%) + *Zygnema stellinum* (ПП 5%) (прил. 3, рис. 3).

В степной зоне вид собран в синузии *Cladophora glomerata* + *Zygnema stellinum* (ОПП 5–10%) из состава группировки *Phragmites australis* + *Typha angustifolia* (ОПП 15–30%) с участием *Alisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton pusillus*, *Myriophyllum spicatum*, *Utricularia vulgaris*, *Chara contraria*, *Chara neglecta*, *Vaucheria dichotoma*.

4. *Zygonium ericetorum*. В водных объектах лесной зоны *Zygonium ericetorum* был отмечен преимущественно с малым проективным покрытием в составе ценоза *Carex lasiocarpa* + *Carex rostrata* (ОПП 30–40%) при единичном участии *Nuphar pumila*, *Nuphar lutea*, *Sphagnum angustifolium*, *Sphagnum platyphyllum*, *Sphagnum cuspidatum*; в синузии *Batrachospermum vagum* + *Zygonium ericetorum* (ОПП до 5%) из состава ценоза

Carex lasiocarpa + *Carex rostrata* (ОПП 40%) с участием *Scheuchzeria palustris*, *Nuphar pumila*, *Menyanthes trifoliata*, *Sphagnum cuspidatum*; в ценозе *Carex rhynchophysa* + *Carex lasiocarpa* (ОПП 20–40%) с участием *Eriophorum polystachion*, *Spartanium minimum*, *Persicaria amphibia*, *Utricularia vulgaris*, *Isoetes setacea*, *Cladopodiella fluitans*, *Scapania paludicola*, *Pohlia wahlenbergii*, *Sphagnum subfulvum*; в ценозе *Carex rostrata* + *Menyanthes trifoliata* (ОПП 20–30%) с участием *Sphagnum obtusum*; в ценозе *Carex rostrata* + *Carex acuta* (ОПП 30–50%) с участием *Menyanthes trifoliata*, *Warnstorfia fluitans*; в синузии *Batrachospermum vagum* + *Bulbochaete intermedia* + *Zygogonium ericetorum* (ОПП 5%) из состава ценоза *Nuphar pumila* (ПП 10–20%); в водорослевом проценозе *Bulbochaete intermedia* + *Zygogonium ericetorum* (ОПП до 5%); в единственном изученном моноценозе *Zygogonium ericetorum* (ОПП 100%). Таким образом, вид *Zygogonium ericetorum* входил преимущественно как ассектатор в ценозы с доминированием *Carex rhynchophysa*, *Carex lasiocarpa*, *Carex rostrata*, формируя обрастания на подводных частях побегов этих крупных осок. Также вероятно, что в других исследованных озёрах Ханты-Мансийского автономного округа – Югры с подобными ценозами вид присутствовал, но не был отмечен из-за малого обилия.

Свободноплавающая биоморфа *Zygogonium ericetorum* обнаружена только в одном озере (природный парк «Нумто», Белоярский р-н), где этот вид являлся доминантом в одновидовой группировке (моноценозе) с проективным покрытием до 100% (прил. 3, рис. 4), а также с покрытием до 5% входил в состав группировок с доминированием *Carex rostrata* и *Menyanthes trifoliata*. Размер группировок с участием *Zygogonium ericetorum* был значительным. Наряду с высшими гидрофитами этот вид участвовал в сложении мезокомбинации

– надфитоценотической территориальной единицы растительности второго уровня сложности (Свириденко, 2000). Общая площадь всей мезокомбинации достигала 10000 м², в том числе площадь исследованного моноценоза *Zygogonium ericetorum* в составе этой мезокомбинации была равна 6000 м² (прил. 3, рис. 5).

Согласно полученным данным, *Zygogonium ericetorum* спорадически распространён в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, где он входит в состав ценозов континентальноводной макрофитной растительности преимущественно как второстепенный компонент (ассектатор). В то же время в оптимальных экологических условиях *Zygogonium ericetorum* способен формировать моновидовые группировки с высоким проективным покрытием на уровне доминанта-эдификатора.

5. *Mougeotia genuflexa*. На севере лесной зоны вид *Mougeotia genuflexa* (ПП до 5%) встречен в составе ценоза высших гидрофитов *Sagittaria natans* + *Sparganium emersum* – *Potamogeton obtusifolius* (ОПП 50–80%) с незначительным участием *Carex aquatilis*, *Comarum palustre*, *Calliargon giganteum*.

На юге лесной зоны вид зарегистрирован в ценозах *Phragmites australis* (ПП 20%) – *Mougeotia genuflexa* (ПП 10%) и *Phragmites australis* (ПП 30%) – *Carex acuta* (ПП 40%) – *Mougeotia genuflexa* (ПП 10%); в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra reticulata* (ОПП 10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%) – *Carex acuta* (ПП 40%); в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra reticulata* (ОПП 20%) из состава ценоза *Carex acuta* (ПП 50%); в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra* sp. ster. (ОПП 20%) из состава ценоза *Carex aquatilis* (ПП 50%); в синузии *Mougeotia*

genuflexa + *Spirogyra* sp. ster. (ОПП 10%) из состава ценоза *Carex acuta* (ПП 40%) + *Caltha palustris* (ПП 30%); в синузии *Zygnema cruciatum* + *Zygnema leiospermum* + *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* (ОПП 10–40%) из состава временных группировок гидрофитов: *Carex aquatilis* – *Potamogeton perfoliatus* + *Hippuris vulgaris* + *Callitriche palustris* (ОПП 10–30%); *Hippuris vulgaris* + *Callitriche palustris* (ОПП 40%); *Agrostis stolonifera* + *Callitriche palustris* (ОПП 20–40%).

В лесостепной зоне вид *Mougeotia genuflexa* (ПП 5%) входил в состав ценозов: *Glyceria maxima* (ПП 50%) – *Ranunculus lingua* (ПП 20%); *Phragmites australis* (ПП 30%) – *Lemna trisulca* (ПП 30%); *Utricularia vulgaris* (ПП 50–100%) с участием *Lemna trisulca*, *Persicaria amphibia*; также вид был отмечен в полидоминантных временных группировках высших гелофитов *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Typha laxmannii*, *Scirpus lacustris*, *Carex vulpina*, *Eleocharis palustris* (ОПП 50–80%) с участием *Persicaria amphibia*, *Juncus atratus*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton gramineus*, *Potamogeton pusillus*, *Utricularia vulgaris*, *Lemna trisulca*; в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5%) из состава ценоза *Phragmites australis* + *Typha angustifolia* – *Utricularia vulgaris* + *Lemna trisulca* (ОПП 50–70%); в ценозе *Phragmites australis* (ПП 30%) – *Myriophyllum sibiricum* (ПП 20%) + *Lemna trisulca* (ПП 30%); в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra gracilis* + *Spirogyra reticulata* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 20–40%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%).

В степной зоне синузия *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra neglecta* (ОПП 5%) отмечена в составе группировки *Phragmites australis* – *Potamogeton pectinatus* (ОПП 40–60%) с участием *Bolboschoenus planiculmis*, *Scirpus tabernaemontani*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Myriophyllum sibiricum*; а

также вид входил в состав ценоза *Utricularia vulgaris* (ПП 40%) + *Lemna trisulca* (ПП 10) + *Mougeotia genuflexa* (ПП 20%) (прил. 3, рис. 6).

6. *Mougeotia laetevirens*. В лесотундровой зоне вид *Mougeotia laetevirens* (ПП до 5%) входил во временную группировку гидрофитов *Comarum palustre* + *Hippuris vulgaris* – *Rorippa amphibia* – *Potamogeton gramineus* + *Potamogeton pusillus* (ОПП 10–30%); в синузию *Vaucheia schleicheri* + *Vaucheia hamata* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra pellucida* + *Spirogyra insignis* + *Mougeotia laetevirens* + *Bulbochaete* sp. + *Oedogonium* sp. (ОПП 5%) из состава ценоза *Sparganium hyperboreum* + *Callitriche palustris* (ОПП 20%) с участием *Alopecurus aequalis*, *Equisetum fluviatile*, *Sparganium minimum*, *Hippuris vulgaris*, *Calliergon giganteum*, *Warnstorfia fluitans*; также присутствовал (ПП до 5%) в ценозе *Carex acuta* + *Carex aquatilis* (ОПП 50–60%) с участием *Nymphaea tetragona*, *Potamogeton alpinus*, *Hippuris vulgaris*, *Calla palustris*, *Comarum palustre*.

В лесной зоне вид отмечен в синузии *Mougeotia laetevirens* + *Spirogyra subcolligata* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra maxima* (ОПП 10%) из состава ценоза *Cicuta virosa* (ПП 20%) + *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 10%); в ценозе *Sparganium angustifolium* – *Potamogeton alpinus* (ОПП 20–30%); в водорослевом проценозе *Spirogyra decimina* + *Mougeotia laetevirens* + *Zygnema* sp. ster. + *Vaucheria geminata* + *Vaucheria hamata* (ОПП 10%) и в водорослевом проценозе *Mougeotia laetevirens* + *Zygnema* sp. ster. + *Oedogonium* sp. (ОПП 5%); в водорослевой синузии *Mougeotia laetevirens* + *Spirogyra hungarica* (ОПП 10%) из состава ценоза *Cicuta virosa* (ПП 40%) + *Alopecurus aequalis* (ПП 30%).

В лесостепной зоне вид собран в синузии *Mougeotia laetevirens* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5%) из состава ценоза *Scolochloa festucacea* + *Persicaria amphibia* (ОПП 30%) с участием *Scirpus tabernaemontani*, *Alisma plantago-aquatica*, *Salvinia natans*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Utricularia vulgaris*; во временной группировке *Alisma plantago-aquatica* (ПП 10%) – *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 20%) – *Lemna trisulca* (ПП 20%) + *Callitriche palustris* (ПП 10%) + *Mougeotia laetevirens* (ПП 10%); в ценозе *Phragmites australis* (ПП 30%) + *Mougeotia laetevirens* (ПП 10%).

7. *Mougeotia nummuloides*. В единственном исследованном местообитании на севере лесной зоны вид входил в синузию *Rhizoclonium hieroglyphicum* + *Mougeotia quadrangulata* + *Mougeotia nummuloides* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5%) из состава растительной группировки *Carex aquatilis* + *Carex rostrata* + *Equisetum fluviatile* (ОПП 40%) с единичным участием *Nuphar pumila*, *Sparganium hyperboreum*, *Potamogeton perfoliatus* (прил. 3, рис. 7).

8. *Mougeotia quadrangulata*. В северной части лесной зоны вид входил в синузию *Rhizoclonium hieroglyphicum* + *Mougeotia quadrangulata* + *Mougeotia nummuloides* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5%) из состава группировки *Carex aquatilis* + *Carex rostrata* + *Equisetum fluviatile* (ОПП 40%) с участием *Nuphar pumila*, *Sparganium hyperboreum*, *Potamogeton perfoliatus* (см. прил. 3, рис. 7); также был собран в ценозе *Menyanthes trifoliata* + *Comarum palustre* (ОПП 30%).

9. *Mougeotia scalaris*. В лесной зоне вид обнаружен в водорослевой синузии *Spirogyra weberi* + *Mougeotia scalaris* + *Zygnema* sp. ster. + *Oedogonium* sp. (ОПП 60–80%) из состава ценоза *Carex acuta* (ПП 30–50%) с участием *Alisma plantago-aquatica*, *Agrostis stolonifera*, *Ceratophyllum demersum*,

Myriophyllum verticillatum, *Elodea canadensis*, *Callitriche palustris*; в синузии *Mougeotia scalaris* + *Spirogyra quadrata* + *Oedogonium nodulosum* + *Zygnema* sp. ster. + *Spirogyra* sp. ster. (ОПП 10%) из состава ценоза *Carex acuta* (ПП 30%); в водорослевом одновидовом проценозе *Mougeotia scalaris* (ПП 100%); в водорослевом проценозе *Vaucheria terrestris* + *Mougeotia scalaris* (ОПП 10%); в синузии *Spirogyra subcolligata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra tenuissima* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra insignis* + *Mougeotia scalaris* + *Oedogonium* sp. (ОПП 20%) из состава ценоза *Glyceria maxima* (ПП 20%).

В лесостепной зоне вид отмечен в синузии *Mougeotia scalaris* + *Spirogyra dictyospora* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra varians* (ОПП 10%) из состава проценоза *Phragmites australis* (ПП 30%) + *Typha angustifolia* (ПП 10%) – *Hydrocharis morsusranae* (ПП 10%) – *Lemna trisulca* (ПП 10%) с участием *Typha latifolia*, *Scirpus tabernaemontani*, *Bolboschoenus maritimus*, *Triglochin palustre*, *Ranunculus sceleratus*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton gramineus*, *Potamogeton berchtoldii*; также с низким проективным покрытием в проценозе *Potamogeton pusillus* (ПП 20%) + *Batrachium rionii* (ПП 40%) + *Lemna trisulca* (ПП 20%).

В степной зоне синузия *Mougeotia scalaris* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5–15%) входила в состав растительной группировки *Phragmites australis* – *Ceratophyllum demersum* + *Nitella hyalina* (ОПП 80%) с участием *Utricularia vulgaris*, *Lemna trisulca* (прил. 3, рис. 8).

10. *Mougeotia tunicata*. В лесостепной зоне образцы вида собраны в синузии нитчатых зигнемовых водорослей *Spirogyra decimina* + *Mougeotia tunicata*, участвующей с проективным покрытием до 5% в сложении растительной группировки цветковых гидрофитов *Phragmites australis* (ПП 40%) + *Carex*

riparia (ПП 20%) + *Carex atherodes* (ПП 20%) + *Scolochloa festucacea* (ПП 10%) с участием *Alisma plantago-aquatica*, *Bolboschoenus maritimus*, *Eleocharis palustris*.

11. *Spirogyra bellis*. В лесной зоне вид *Spirogyra bellis* (ПП до 5%) входил в состав группировки *Typha latifolia* – *Menyanthes trifoliata* (ОПП 40–60%).

В водных объектах лесостепной зоны вид встречен в синузии *Spirogyra bellis* + *Spirogyra hungarica* (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Phragmites australis* + *Typha latifolia* – *Carex riparia* (ОПП 30%) с участием *Alisma plantago-aquatica*, *Alisma lanceolatum*, *Ranunculus lingua*, *Persicaria amphibia*, *Utricularia vulgaris*, *Callitriche palustris*; в синузии *Spirogyra bellis* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra setiformis* + *Oedogonium capillare* (ОПП 5–10%) из временной группировки *Myriophyllum sibiricum* + *Ceratophyllum demersum* (ОПП 30%) с участием *Typha angustifolia*, *Eleocharis palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Persicaria amphibia*, *Potamogeton berchtoldii*, *Potamogeton pectinatus*, *Lemna trisulca*; также в ценозе *Phragmites australis* + *Typha angustifolia* + *Typha latifolia* – *Carex riparia* (ОПП 50–60%) с участием *Bolboschoenus maritimus*, *Eleocharis palustris*, *Butomus umbellatus*, *Persicaria amphibia*, *Lemna trisulca*.

12. *Spirogyra calospora*. В тундровой зоне этот вид совместно с другими нитчатыми зигнемовыми водорослями формировал временную группировку *Spirogyra varians* + *Spirogyra calospora* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra* sp. ster. + *Zygnema stellinum* с общим проективным покрытием 10% в эфемерном водоёме.

В лесной зоне вид был отмечен в синузии макроскопических водорослей *Vaucheria sessilis* + *Vaucheria taylorii* + *Spirogyra calospora* + *Spirogyra rugulosa* + *Spirogyra*

sp. ster. + *Oedogonium* sp. ster. + *Mougeotia* sp. ster. + *Zygnema* sp. ster. (ОПП 10%), участвующей в сложении несомкнутого проценоза цветковых гидрофитов *Persicaria amphibia* (ПП до 5%) + *Callitriche palustris* (ПП 5%) – *Utricularia vulgaris* (ПП 5%).

13. *Spirogyra crassa*. В лесной зоне вид *Spirogyra crassa* зарегистрирован в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra fluviatilis* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* (ОПП 10%) из состава временной группировки *Potamogeton perfoliatus* + *Batrachium divaricatum* (ОПП 30%) с участием *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Persicaria amphibia*, *Limosella aquatica*, *Callitriche hermaphroditica*, *Callitriche palustris*, *Potamogeton gramineus*, *Batrachium trichophyllum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Nitella flexilis*; в водорослевом проценозе *Vaucheria geminata* + *Spirogyra crassa* + *Mougeotia* sp. ster. (ОПП 10%); в водорослевом проценозе *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* (ОПП 5%).

В лесостепной зоне этот вид участвовал в сложении временных водорослевых группировок: *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Oedogonium undulatum* + *Oedogonium* sp. + *Cladophora glomerata* + *Mougeotia* sp. ster. (ОПП 30%); *Spirogyra maxima* + *Spirogyra crassa* + *Cladophora rivularis* (ОПП 40%); во одновидовом проценозе *Spirogyra crassa* (ПП 80–100%) – на площади более 0,3 км² (оз. Почекаево Омской обл.); в водорослевой синузии *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra varians* (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Salvinia natans* + *Hydrocharis morsus-ranae* (ОПП

60%) с участием *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza* (прил. 3, рис. 9); в водорослевом проценозе *Spirogyra crassa* + *Cladophora rivularis* + *Rhizoclonium hieroglyphicum* + *Spirogyra* sp. ster. + *Bulbochaete* sp. + *Oedogonium* sp. (ОПП 20–30%); а также входил в растительные группировки: *Scirpus lacustris* (ПП 20%) – *Spirogyra crassa* (ПП 10%) и *Cicuta virosa* (ПП 20%) + *Alopecurus aequalis* (ПП 10%) – *Spirogyra crassa* (ПП 10%).

14. *Spirogyra daedalea*. В лесной зоне образец *Spirogyra daedalea* собран в синузии *Spirogyra daedalea* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* + *Zygnema criciatum* (ОПП 5–10%) из состава группировки цветковых гидрофитов *Potamogeton perfoliatus* + *Potamogeton alpinus* + *Callitriche palustris* (ОПП 10%).

В лесостепной зоне фертильные талломы *Spirogyra daedalea* встречаются в небольшом количестве в ценозе *Typha angustifolia* – *Sagittaria sagittifolia* + *Sagittaria trifolia* (ОПП 40%); в синузии макроскопических водорослей *Spirogyra daedalea* + *Vaucheria sessilis* + *Mougeotia* sp. ster. + *Oedogonium* sp. (ОПП 5%) из состава ценоза *Typha angustifolia* (ПП 30%) – *Stratiotes aloides* (ПП 60%) с участием *Sium latifolium*, *Eleocharis palustris*, *Sagittaria sagittifolia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Nuphar pumila*, *Nymphaea candida*, *Nymphaea tetragona*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Ceratophyllum demersum*, *Utricularia vulgaris*; в синузии *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra daedalea* + *Spirogyra weberi* (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Potamogeton lucens* (ПП 10%) + *Utricularia vulgaris* (ПП 40%) + *Drepanocladus aduncus* (ПП 10%) + *Lemna trisulca* (ПП 10%) с участием *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Sparganium emersum*, *Carex acuta*, *Carex rhynchophysa*, *Alisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Rorippa amphibia*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton*

perfoliatus, *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton trichoides*, *Lemna minor*.

15. *Spirogyra decimina*. В северной части лесной зоны вид собран в синузии *Rhizoclonium hieroglyphicum* + *Mougeotia quadrangulata* + *Mougeotia nummuloides* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5%) из состава группировки *Carex aquatilis* + *Carex rostrata* + *Equisetum fluviatile* (ОПП 40%) с единичным участием *Nuphar pumila*, *Sparganium hyperboreum*, *Potamogeton perfoliatus*; в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra maxima* (ОПП 10%) из состава группировки *Phragmites australis* – *Persicaria amphibia* – *Elodea canadensis* (ОПП 40–50%) с участием *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium emersum*, *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Myriophyllum verticillatum*, *Myriophyllum sibiricum*, *Utricularia vulgaris*, *Batrachium divaricatum*, *Lemna trisulca*; в водорослевом проценозе *Spirogyra inflata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra* sp. ster. + *Oedogonium* sp. (ОПП 5%); в водорослевом проценозе *Sirogonium sticticum* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra* sp. ster. + *Zygnema* sp. ster. (ОПП 5–10%); в водорослевом проценозе *Spirogyra weberi* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra* sp. ster. + *Zygnema* sp. ster. (ОПП 5%); в водорослевом проценозе *Spirogyra inflata* + *Spirogyra decimina* (ОПП 10–15%); в синузии *Spirogyra daedalea* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* + *Zygnema criciatum* (ОПП 5–10%) из состава группировки гидрофитов *Potamogeton perfoliatus* + *Potamogeton alpinus* + *Callitriche palustris* (ОПП 10%); в водорослевом проценозе *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra setiformis* + *Zygnema* sp. ster. + *Mougeotia* sp. ster. + *Bulbochaete* sp. (ОПП 10%); в водорослевом проценозе *Vaucheria geminata* + *Zygnema stellinum* + *Spirogyra decimina* + *Mougeotia* sp. ster. (ОПП 70%); в водорослевой синузии

Vaucheria geminata + *Vaucheria walzii* + *Zygnema stellinum* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5–15%) из состава группировки *Phragmites australis* – *Alisma plantago-aquatica* (ОПП 20–30%) с участием *Cicuta virosa*, *Sparganium angustifolium*, *Calla palustris*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*, *Ranunculus gmelinii*, *Potamogeton perfoliatus*, *Leptodictyum riparium*; в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra fluviatilis* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* (ОПП 10%) из состава группировки *Potamogeton perfoliatus* + *Batrachium divaricatum* (ОПП 30%) с участием *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Persicaria amphibia*, *Limosella aquatica*, *Callitriche hermaphroditica*, *Callitriche palustris*, *Potamogeton gramineus*, *Batrachium trichophyllum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Nitella flexilis*; в синузии *Zygnema cruciatum* + *Zygnema leiospermum* + *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* (ОПП 10–40%) из состава временных группировок цветковых гидрофитов: *Carex aquatilis* – *Potamogeton perfoliatus* + *Hippuris vulgaris* + *Callitriche palustris* (ОПП 10–30%); *Hippuris vulgaris* + *Callitriche palustris* (ОПП 40%); *Agrostis stolonifera* + *Callitriche palustris* (ОПП 20–40%).

На юге лесной зоны вид отмечен в водорослевой синузии *Spirogyra subcolligata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra tenuissima* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra insignis* + *Mougeotia scalaris* + *Oedogonium* sp. (ОПП 10%) из состава группировки *Glyceria maxima* (ПП 20%); в водорослевой синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra reticulata* (ОПП 20%) из состава ценоза *Carex acuta* (ПП 50%); в группировке *Typha angustifolia* (ПП 10%) – *Callitriche palustris* (ПП 10%) + *Spirogyra decimina* (ПП 10%); в синузии *Spirogyra decimina* + *Spirogyra varians* +

Mougeotia sp. ster. (ОПП 10%) из состава группировки *Callitriche palustris* (ПП 10%); в водорослевом ценозе *Spirogyra decimina* + *Mougeotia laetevirens* + *Zygnema* sp. ster. + *Vaucheria geminata* + *Vaucheria hamata* (ОПП 10%); в синузии *Spirogyra decimina* + *Rhizoclonium hieroglyphicum* + *Spirogyra* sp. ster. + *Zygnema* sp. ster. + *Bulbochaete* sp. (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Carex aquatilis* + *Carex acuta* (ОПП 20–40%); в водорослевом ценозе *Zygnema stellinum* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5%).

В лесостепной зоне вид собран в синузии *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 10%) из состава группировки *Phragmites australis* (ПП 30–40%) – *Spirodela polyrhiza* (ПП 10%) – *Potamogeton pectinatus* (ПП 30%); в синузии *Spirogyra decimina* + *Mougeotia tunicata*, участвующей с проективным покрытием до 5% в сложении растительной группировки цветковых гидрофитов *Phragmites australis* (ПП 40%) + *Carex riparia* (ПП 20%) + *Carex atherodes* (ПП 20%) + *Scolochloa festucacea* (ПП 10%) с участием *Alisma plantago-aquatica*, *Bolboschoenus maritimus*, *Eleocharis palustris*; в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5%) из состава ценоза *Phragmites australis* + *Typha angustifolia* – *Utricularia vulgaris* + *Lemna trisulca* (ОПП 50–70%); в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra gracilis* + *Spirogyra reticulata* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 20–40%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%); в синузии *Mougeotia laetevirens* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5%) из состава ценоза *Scolochloa festucacea* + *Persicaria amphibia* (ОПП 30%) с участием *Scirpus tabernaemontani*, *Alisma plantago-aquatica*, *Salvinia natans*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Utricularia vulgaris*; в синузии *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra reticulata* (ОПП 20%) из состава ценоза *Alisma gramineum* (ПП

10%) – *Potamogeton pusillus* (ПП 30%); в ценозе *Sparganium erectum* (ПП 30%) – *Lemna trisulca* (ПП 10%) + *Spirogyra decimina* (ПП 10%); в синузии *Spirogyra decimina* + *Spirogyra reticulata* (ОПП 20%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%) – *Myriophyllum sibiricum* (ПП 20%) + *Lemna trisulca* (ПП 30%); в ценозе *Phragmites australis* (ПП 30%) – *Spirogyra decimina* (ПП 10%); в синузии *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra varians* (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Salvinia natans* + *Hydrocharis morsus-ranae* (ОПП 60%) с участием *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*; в синузии *Spirogyra decimina* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%) – *Myriophyllum sibiricum* (ПП 20%) + *Lemna trisulca* (ПП 30%).

В степной зоне вид входил в водорослевую синузию *Cladophora glomerata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* (ОПП 10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%) + *Typha angustifolia* (ПП 10%) – *Lemna trisulca* (ПП 10%) с участием *Scirpus tabernaemontani*, *Bolboschoenus maritimus*; в синузию *Cladophora glomerata* + *Spirogyra decimina* (ОПП 40%) из состава ценоза *Bolboschoenus maritimus* (ПП 30–40%) (прил. 3, рис. 10); в водорослевый проценоз *Ulothrix implexa* + *Ulothrix flacca* (ОПП 20–30%) с очень ограниченным участием *Spirogyra decimina* (прил. 3, рис. 11); также в синузию *Mougeotia scalaris* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5–15%) из состава группировки *Phragmites australis* – *Ceratophyllum demersum* + *Nitella hyalina* (ОПП 80%) с участием *Utricularia vulgaris*, *Lemna trisulca*.

16. *Spirogyra dictyospora*. В лесной зоне вид встречен в водорослевом проценозе *Cladophora glomerata* + *Spirogyra dictyospora* + *Oedogonium* sp. ster. (ОПП 10%).

В лесостепной зоне вид *Spirogyra dictyospora* в массе был собран в синузии макроскопических водорослей *Mougeotia scalaris* + *Spirogyra dictyospora* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra weberi* (ОПП 10%) из состава проценоза цветковых гидрофитов *Phragmites australis* (ПП 30%) + *Typha angustifolia* (ПП 10%) – *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 10%) – *Lemna trisulca* (ПП 10%) с участием *Typha latifolia*, *Scirpus tabernaemontani*, *Bolboschoenus maritimus*, *Triglochin palustre*, *Ranunculus sceleratus*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton gramineus*, *Potamogeton berchtoldii*, *Lemna trisulca*.

17. *Spirogyra fluviatilis*. В лесной зоне *Spirogyra fluviatilis* отмечен в водорослевой синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra fluviatilis* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* (ОПП 10%) из состава группировки цветковых гидрофитов *Potamogeton perfoliatus* + *Batrachium divaricatum* (ОПП 30%) с участием *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Persicaria amphibia*, *Limosella aquatica*, *Callitriche hermaphroditica*, *Callitriche palustris*, *Potamogeton gramineus*, *Batrachium trichophyllum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Nitella flexilis*.

В лесостепной зоне вид обнаружен в синузии *Spirogyra fluviatilis* + *Spirogyra majuscula* + *Mougeotia* sp. ster. + *Zygnema* sp. ster. (ОПП 10%) из состава ценоза *Typha angustifolia* + *Equisetum fluviatile* + *Carex acuta* (ОПП 30–50%) с участием *Sium latifolium*, *Alisma plantago-aquatica*, *Scirpus lacustris*, *Eleocharis palustris*.

18. *Spirogyra gracilis*. В лесной зоне вид входил в синузию *Spirogyra gracilis* + *Spirogyra tenuissima* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Carex aquatilis* + *Comarum palustre* – *Potamogeton gramineus* (ОПП 10%).

В лесостепной зоне вид *Spirogyra gracilis* зарегистрирован в синузии *Cladophora rivularis* + *Cladophora fracta* + *Spirogyra gracilis* (ОПП 10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 20%) – *Lemna trisulca* (ПП 20%); в ценозе *Phragmites australis* (ПП 20%) – *Sparganium emersum* (ПП 40%) – *Myriophyllum sibiricum* (ПП 20%) + *Spirogyra gracilis* (ПП 10%); с проективным покрытием до 5% – в ценозе *Phragmites australis* (ПП 20%) – *Potamogeton gramineus* (ПП 40%) + *Lemna trisulca* (ПП 30%); в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra gracilis* + *Spirogyra reticulata* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 20–40%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%) (прил. 3, рис. 12).

19. *Spirogyra hassallii*. В лесной зоне вид входил в синузию *Spirogyra gracilis* + *Spirogyra tenuissima* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Carex aquatilis* + *Comarum palustre* – *Potamogeton gramineus* (ОПП 10%); в синузию *Spirogyra varians* + *Spirogyra inflata* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 10%) из состава ценоза *Comarum palustre* + *Sparganium emersum* (ОПП 10%); в синузию *Spirogyra insignis* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Callitriche palustris* (ПП 5–10%); в синузию *Rhizoclonium hieroglyphicum* + *Spirogyra hassallii* + *Spirogyra* sp. ster. + *Stigeoclonium* sp. (ОПП 20%) из состава ценоза *Eleocharis palustris* (ПП 20%) – *Fontinalis hypnoides* (ПП 10%); в синузию *Vaucheria sessilis* + *Vaucheria aversa* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 10%) из состава группировки *Caltha palustris* (ПП 30%) + *Eleocharis palustris* (ПП 20%) + *Callitriche palustris* (ПП 10%);

в ценоз *Typha angustifolia* (ПП 30%) + *Scirpus sylvaticus* (ПП 20%) + *Eleocharis palustris* (ПП 10%) – *Callitriche palustris* (ПП 10%) + *Spirogyra hassallii* (ПП 10%); в водорослевый проценоз *Spirogyra hassallii* (ПП 10%); в водорослевый проценоз *Spirogyra varians* + *Spirogyra inflata* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 30–60%) (прил. 3, рис. 13).

В лесостепной зоне вид *Spirogyra hassallii* (ПП до 5%) собран в ценозе *Phragmites australis* (ПП 40%) – *Utricularia vulgaris* (ПП 30%) + *Lemna trisulca* (ПП 20%).

20. *Spirogyra hungarica*. На юге лесной зоны вид собран в водорослевой синузии *Mougeotia laetevirens* + *Spirogyra hungarica* (ОПП 10%) из состава ценоза *Cicuta virosa* (ПП 40%) + *Alopecurus aequalis* (ПП 30%).

В лесостепной зоне вид входил в водорослевую синузию *Spirogyra bellis* + *Spirogyra hungarica* (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Phragmites australis* + *Typha latifolia* – *Carex riparia* (ОПП 30%) с участием *Alisma plantago-aquatica*, *Alisma lanceolatum*, *Ranunculus lingua*, *Persicaria amphibia*, *Utricularia vulgaris*, *Callitriche palustris*.

21. *Spirogyra inflata*. В лесной зоне вид входил в водорослевую синузию *Spirogyra inflata* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 10%) из состава ценоза *Comarum palustre* + *Sparganium emersum* (ОПП 10%); в водорослевый проценоз *Spirogyra inflata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra* sp. ster. + *Oedogonium* sp. (ОПП 5%); в водорослевый проценоз *Spirogyra varians* + *Spirogyra inflata* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 30–60%) (см. прил. 3, рис. 13); в водорослевый проценоз *Spirogyra inflata* + *Spirogyra decimina* (ОПП 10–15%); в синузию *Spirogyra inflata* + *Spirogyra* sp. ster. + *Zygnema* sp. ster. (ОПП 10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 10%).

22. *Spirogyra insignis*. В лесотундровой зоне вид встречен в синузии *Vaucheia schleicheri* + *Vaucheia hamata* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra pellucida* + *Spirogyra insignis* + *Mougeotia laetevirens* + *Bulbochaete* sp. + *Oedogonium* sp. (ОПП 5%) из состава группировки *Sparganium hyperboreum* + *Callitriche palustris* (ОПП 20%) с участием *Alopecurus aequalis*, *Equisetum fluviatile*, *Sparganium minimum*, *Hippuris vulgaris*, *Calliergon giganteum*, *Warnstorfia fluitans*.

В лесной зоне вид *Spirogyra insignis* входил в водорослевый проценоз *Spirogyra insignis* + *Cladophora rivularis* + *Rhizoclonium hieroglyphicum* + *Spirogyra* sp. ster. + *Oedogonium* sp. (ОПП 10%); в синузию *Spirogyra daedalea* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* + *Zygnema criciatum* (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Potamogeton perfoliatus* + *Potamogeton alpinus* + *Callitriche palustris* (ОПП 10%); в синузию *Spirogyra insignis* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 5–15%) из состава проценоза *Callitriche palustris* (ПП 10–15%) (прил. 3, рис. 14); в синузию *Cladophora glomerata* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra fluviatilis* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* (ОПП 10%) из состава группировки *Potamogeton perfoliatus* + *Batrachium divaricatum* (ОПП 30%) с участием *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Persicaria amphibia*, *Limosella aquatica*, *Callitriche hermaphroditica*, *Callitriche palustris*, *Potamogeton gramineus*, *Batrachium trichophyllum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Nitella flexilis*; в синузию *Spirogyra subcolligata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra tenuissima* + *Spirogyra insignis* + *Spirogyra varians* + *Mougeotia scalaris* + *Oedogonium* sp. (ОПП 10%) из состава группировки *Glyceria maxima* (ПП 20%).

23. *Spirogyra irregularis*. В единственном исследованном местообитании на юге лесной зоны вид входил в состав ценоза *Potamogeton pectinatus* (ПП 40%) + *Zannichellia palustris* (ПП 20%) + *Spirogyra irregularis* (ПП 10%).

24. *Spirogyra majuscula*. В лесотундровой зоне вид встречен в синузии *Vaucheia schleicheri* + *Vaucheia hamata* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra pellucida* + *Spirogyra insignis* + *Mougeotia laetevirens* + *Bulbochaete* sp. + *Oedogonium* sp. (ОПП 5%) из состава группировки *Sparganium hyperboreum* + *Callitriche palustris* (ОПП 20%) с участием *Alopecurus aequalis*, *Equisetum fluviatile*, *Sparganium minimum*, *Hippuris vulgaris*, *Calliergon giganteum*, *Warnstorfia fluitans*.

В лесной зоне этот вид собран в синузии *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra* sp. ster. (ОПП 30–80%) из состава несомкнутого проценоза гидрофитов *Carex riparia*, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*, *Scolochloa festucacea*, *Persicaria amphibia* (ОПП 5%) (прил. 3, рис. 15).

В лесостепной зоне вид обнаружен в синузии *Spirogyra majuscula* + *Zygnema leiospermum* (ОПП 10%) из состава проценоза *Alisma plantago-aquatica* (ПП 10%) – *Zannichellia palustris* (ПП 20%); в синузии *Spirogyra fluviatilis* + *Spirogyra majuscula* + *Mougeotia* sp. ster. + *Zygnema* sp. ster. (ОПП 10%) из состава ценоза *Typha angustifolia* + *Equisetum fluviatile* + *Carex acuta* (ОПП 30–50%) с участием *Sium latifolium*, *Alisma plantago-aquatica*, *Scirpus lacustris*, *Eleocharis palustris*; в синузии *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra varians* (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Salvinia natans* + *Hydrocharis*

morsus-ranae (ОПП 60%) с участием *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*.

25. *Spirogyra maxima*. В лесотундровой зоне вид *Spirogyra maxima* отмечен в водорослевом проценозе *Spirogyra maxima* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra* sp. ster. + *Vaucheria* sp. (ОПП 10%).

В лесной зоне вид собран в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra fluviatilis* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* (ОПП 10%) из состава группировки *Potamogeton perfoliatus* + *Batrachium divaricatum* (ОПП 30%) с участием *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Persicaria amphibia*, *Limosella aquatica*, *Callitriche hermaphroditica*, *Callitriche palustris*, *Potamogeton gramineus*, *Batrachium trichophyllum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Nitella flexilis*; в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra maxima* (ОПП 10%) из состава группировки *Phragmites australis* – *Persicaria amphibia* – *Elodea canadensis* (ОПП 40–50%) с участием *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium emersum*, *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Myriophyllum verticillatum*, *Myriophyllum sibiricum*, *Utricularia vulgaris*, *Batrachium divaricatum*, *Lemna trisulca*; в проценозе *Typha angustifolia* (ПП 10%) – *Spirogyra maxima* (ПП 5–10%); в водорослевой синузии *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra maxima* (ОПП 5%) из состава проценоза *Ceratophyllum demersum* (ПП 20%) + *Nitella mucronata* (ПП 5%); в синузии *Spirogyra maxima* + *Spirogyra tenuissima* (ОПП 10%) из состава ценоза *Bolboschoenus maritimus* (ПП 30%) + *Eleocharis palustris* (ПП 20%) – *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 20%).

В лесостепной зоне вид был отмечен во временной водорослевой группировке *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Oedogonium undulatum* + *Oedogonium* sp. +

Cladophora glomerata + *Mougeotia* sp. ster. (ОПП 30%); в синузии *Rhizoclonium hieroglyphicum* + *Enteromorpha flexuosa* + *Spirogyra maxima* (ОПП 10%) из состава группировки *Typha latifolia* – *Eleocharis palustris* (ОПП 30%) с участием *Glyceria triflora*, *Bolboschoenus planiculmis*, *Alisma plantago-aquatica*, *Scirpus tabernaemontani*, *Ranunculus sceleratus*, *Persicaria lapatifolia*, *Lemna minor*; в синузии *Mougeotia laetevirens* + *Spirogyra subcolligata* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra maxima* (ОПП 10%) из состава группировки *Cicuta virosa* (ПП 20%) + *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 10%); в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra maxima* (ОПП 10–20%) из состава ценоза *Batrachium circinatum* + *Elodea canadensis* + *Ceratophyllum demersum* + *Potamogeton compressus* + *Potamogeton pusillus* + *Lemna trisulca* (ОПП 50–70%); в синузии *Spirogyra maxima* + *Oedogonium* sp. (ПП 60%) из состава проценоза *Potamogeton pusillus* (ПП 10%) + *Lemna trisulca* (ПП 10%) + *Chara fragilis* (ПП 30%); в синузии *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra varians* (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Salvinia natans* + *Hydrocharis morsus-ranae* (ОПП 60%) с участием *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*; в ценозе *Stratiotes aloides* + *Hydrocharis morsus-ranae* (ОПП 60%) с участием *Lemna trisulca*, *Ceratophyllum demersum*; в ценозе *Typha angustifolia* (ПП 30%) – *Lemna trisulca* (ПП 80%) с участием *Phragmites australis*, *Scirpus tabernaemontani*, *Bolboschoenus maritimus*, *Hydrocharis morsus-ranae*; в синузии *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra maxima* (ОПП 10–15%) из состава проценоза *Chara vulgaris* (ПП 30%); в синузии *Spirogyra maxima* + *Spirogyra bellis* + *Spirogyra setiformis* + *Oedogonium capillare* (ОПП 10%) из состава ценоза *Myriophyllum sibiricum* + *Ceratophyllum demersum* (ОПП 30%) с

участием *Typha latifolia*, *Eleocharis palustris*, *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Persicaria amphibia*, *Potamogeton berchtoldii*, *Potamogeton pectinatus*, *Lemna trisulca*; в синузии *Spirogyra porticalis* + *Spirogyra maxima* + *Zygnema stellinum* + *Zygnema leiospermum* + *Vaucheria geminata* + *Vaucheria hamata* + *Vaucheria sessilis* (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 20%) + *Bolboschoenus planiculmis* (ПП 20%) – *Ranunculus polyphyllus* (ПП 20%); в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra maxima* (ОПП 30–50%) из состава ценоза *Phragmites australis* – *Carex acuta* + *Carex atherodes* + *Glyceria triflora* (ОПП 40–60%) с участием *Typha latifolia*, *Eleocharis palustris*, *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Persicaria amphibia* (прил. 3, рис. 16); в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra maxima* (ОПП 30–40%) из состава ценоза *Carex atherodes* + *Butomus umbellatus* (ОПП 30–50%) с участием *Scirpus lacustris*, *Bolboschoenus maritimus*, *Eleocharis palustris*, *Persicaria amphibia*, *Rorippa amphibia* (прил. 3, рис. 17); в проценозе *Typha angustifolia* (ПП 10%) – *Spirogyra maxima* (ПП 5–10%); в проценозе *Carex riparia* (ПП 10%) – *Riccia fluitans* (ПП 40%) – *Chara fragilis* (ПП 10%) + *Spirogyra maxima* (ПП 20%); в водорослевом проценозе *Spirogyra maxima* + *Spirogyra crassa* + *Cladophora rivularis* (ОПП 40%).

В степной зоне вид найден в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra maxima* (ОПП 5%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 10–30%) + *Scirpus lacustris* (ПП 10%) + *Nuphar lutea* (ПП 20%) – *Potamogeton lucens* (ПП 10%) + *Potamogeton perfoliatus* (ПП 10%) с участием *Typha latifolia*, *Butomus umbellatus*, *Alisma gramineum*, *Persicaria amphibia*, *Sium latifolium*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nymphaea candida*, *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton pusillus*.

26. *Spirogyra mirabilis*. В лесной зоне вид *Spirogyra mirabilis* участвовал в сложении водорослевой временной группировки *Spirogyra porticalis* + *Spirogyra mirabilis* + *Spirogyra* sp. ster. + *Oedogonium* sp. + *Bulbochaete* sp. (ОПП 10–20%); также входил на уровне субдоминанта в состав ценоза *Phragmites australis* (ПП 10%) + *Scirpus lacustris* (ПП 5%) – *Carex acuta* (ПП 30%) – *Spirogyra mirabilis* (ПП 20%); с проективным покрытием до 5% отмечен в составе группировки *Sagittaria natans* (ПП 10%) с участием *Alisma plantago-aquatica*, *Calla palustris*, *Cicuta virosa*, *Menyanthes trifoliata* и собран в одновидовом водорослевом проценозе *Spirogyra mirabilis* (ПП 10%).

27. *Spirogyra neglecta*. В лесной зоне вид входил в синузию *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 10%) в составе ценоза *Carex acuta* (ПП 20%) + *Carex aquatilis* (ПП 10%) – *Potamogeton perfoliatus* (ПП 10%).

В лесостепной зоне вид *Spirogyra neglecta* собран во временной водорослевой группировке *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Oedogonium undulatum* + *Cladophora glomerata* + *Oedogonium* sp. + *Mougeotia* sp. ster. (ОПП 30%); в синузии *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra varians* (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Salvinia natans* + *Hydrocharis morsus-ranae* (ОПП 60%) с участием *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*; в синузии *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra daedalea* + *Spirogyra weberi* (ОПП 5–10%) в составе проценоза *Potamogeton lucens* (ПП 10%) + *Utricularia vulgaris* (ПП 40%) + *Drepanocladus aduncus* (ПП 10%) – *Lemna trisulca* (ПП 10%) с участием *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Sparganium emersum*, *Carex acuta*, *Carex*

rhynchophysa, *Alisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Rorippa amphibia*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton trichoides*, *Lemna minor* (прил. 3, рис. 18); в синузии *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 10%) из состава группировки *Phragmites australis* (ПП 30–40%) – *Spirodela polyrhiza* (ПП 10%) – *Potamogeton pectinatus* (ПП 30%); в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra neglecta* (ПП 20%) из состава ценоза *Bolboschoenus planiculmis* (ПП 20%) – *Ceratophyllum demersum* (ПП 30%) + *Chara contraria* (ПП 20%) с участием *Lemna minor*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton trichoides*, *Potamogeton pusillus*, *Elodea canadensis*; в одновидовом водорослевом проценозе *Spirogyra neglecta* (ПП 10%); в синузии *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra setiformis* + *Oedogonium* sp. (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Utricularia vulgaris* (ПП 40–50%) + *Lemna trisulca* (ПП 10–20%); в синузии *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 20%) из состава ценоза *Carex riparia* (ПП 30%) (прил. 3, рис. 19).

В степной зоне вид собран в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra neglecta* (ОПП 5%) из состава группировки *Phragmites australis* – *Potamogeton pectinatus* (ОПП 40–60%) с участием *Bolboschoenus planiculmis*, *Scirpus tabernaemontani*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Myriophyllum sibiricum*.

28. *Spirogyra nitida*. В лесной зоне вид *Spirogyra nitida* собран в ценозе *Typha latifolia* (ПП 30–40%) + *Spirogyra nitida* (ПП 15–20%) с незначительным участием *Phragmites australis*, *Equisetum fluviatile*, *Sparganium emersum*, *Calla palustris*, *Comarum palustre*, *Alisma plantago-aquatica*, *Callitriche palustris*, *Lemna minor*, *Potamogeton gramineus*, *Potamogeton pusillus*, *Utricularia vulgaris* (прил. 3, рис. 20).

В лесостепной зоне вид отмечен в синузии *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra nitida* (ОПП 5%) из состава ценоза *Typha latifolia* (ПП 40%) + *Phragmites australis* (ПП 10%) + *Scolochloa festucacea* (ПП 10%) + *Carex riparia* (ПП 10%) + *Carex atherodes* (ПП 10%) – *Utricularia vulgaris* (ПП 20%) с участием *Sparganium erectum*, *Persicaria amphibia*.

29. *Spirogyra pellucida*. В лесотундровой зоне вид собран в синузии *Vaucheia schleicheri* + *Vaucheia hamata* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra pellucida* + *Spirogyra insignis* + *Mougeotia laetevirens* + *Bulbochaete* sp. + *Oedogonium* sp. (ОПП 5%) из состава группировки *Sparganium hyperboreum* + *Callitriche palustris* (ОПП 20%) с участием *Alopecurus aequalis*, *Equisetum fluviatile*, *Sparganium minimum*, *Hippuris vulgaris*, *Calliergon giganteum*, *Warnstorfia fluitans*.

30. *Spirogyra porticalis*. В лесной зоне *Spirogyra porticalis* входил в состав водорослевого проценоза *Spirogyra porticalis* + *Spirogyra mirabilis* + *Spirogyra* sp. ster. + *Oedogonium* sp. + *Bulbochaete* sp. (ОПП 10–20%).

В лесостепной зоне вид *Spirogyra porticalis* отмечен в синузии *Spirogyra porticalis* + *Spirogyra maxima* + *Zygnema stellinum* + *Zygnema leiospermum* + *Vaucheria geminata* + *Vaucheria hamata* + *Vaucheria sessilis* (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 20%) + *Bolboschoenus planiculmis* (ПП 20%) – *Ranunculus polyphyllus* (ПП 20%).

31. *Spirogyra punctata*. В степной зоне отмечена популяция вида *Spirogyra punctata* в водорослевой синузии *Spirogyra punctata* + *Oedogonium* sp. (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Phragmites australis* (ПП 10%).

32. *Spirogyra quadrata*. В лесной зоне вид *Spirogyra quadrata* отмечен в синузии *Mougeotia scalaris* + *Spirogyra quadrata* + *Oedogonium nodulosum* + *Zygnema* sp. ster. + *Spirogyra*

sp. ster. (ОПП 10%) из состава ценоза *Carex acuta* (ПП 30%); в синузии *Zygnema stellinum* + *Spirogyra quadrata* (ОПП 10%) из состава ценоза *Stratiotes aloides* (ПП 70%).

В лесостепной зоне этот вид собран в синузии *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra maxima* (ОПП 10–15%) из состава проценоза *Chara vulgaris* (ПП 30%) (прил. 3, рис. 21); в синузии *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra varians* (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Salvinia natans* + *Hydrocharis morsus-ranae* (ОПП 60%) с участием *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*; в синузии *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra* sp. ster. (ОПП 20%) из состава группировки *Butomus umbellatus* (ПП 20%) – *Hydrilla verticillata* (ПП 60%).

В степной зоне вид отмечен в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra* sp. ster. (ОПП 10%) из состава проценоза *Butomus umbellatus* (ПП 10%) – *Potamogeton perfoliatus* (ПП 5%).

33. *Spirogyra reticulata*. В лесной зоне вид отмечен в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra reticulata* (ОПП 10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%) – *Carex acuta* (ПП 40%); в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra reticulata* (ОПП 20%) из состава группировки *Carex acuta* (ПП 50%).

В лесостепной зоне вид был зарегистрирован в синузии *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra reticulata* (ОПП 20%) из состава проценоза *Alisma gramineum* (ПП 10%) – *Potamogeton pusillus* (ПП 30%); в синузии *Spirogyra decimina* + *Spirogyra reticulata* (ОПП 10%) из состава группировки *Phragmites australis* (ПП 30%) – *Myriophyllum sibiricum* (ПП 20%) + *Lemna trisulca* (ПП 30%); в группировке *Phragmites*

australis (ПП 30%) – *Lemna trisulca* (ПП 30%) + *Spirogyra reticulata* (ПП 5–10%); в синузии *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra gracilis* + *Spirogyra reticulata* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 20–40%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%).

В степной зоне образцы вида собраны в синузии *Spirogyra reticulata* + *Cladophora glomerata* + *Enteromorpha flexuosa* + *Vaucheria* sp. ster. (ОПП 10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 20–40%).

34. *Spirogyra rugulosa*. В лесной зоне вид *Spirogyra rugulosa* входил в синузию макроскопических водорослей *Vaucheria sessilis* + *Vaucheria taylorii* + *Spirogyra calospora* + *Spirogyra rugulosa* + *Spirogyra* sp. ster. + *Oedogonium* sp. ster. + *Mougeotia* sp. ster. + *Zygnema* sp. ster. (ОПП 10%), которая участвовала в сложении несомкнутого проценоза цветковых гидрофитов *Persicaria amphibia* (ПП 5%) + *Callitriche palustris* (ПП 5%) – *Utricularia vulgaris* (ПП 5%).

35. *Spirogyra setiformis*. В лесной зоне вид отмечен в ценозе *Potamogeton pectinatus* (ПП 30%) + *Potamogeton perfoliatus* (ПП 10%) + *Spirogyra setiformis* (ПП 5–10%); в ценозе *Potamogeton pectinatus* (ПП 10%) + *Potamogeton perfoliatus* (ПП 10%) + *Nitella mucronata* (ПП 30%) + *Spirogyra setiformis* (ПП 10%); в водорослевом проценозе *Vaucheria taylorii* + *Vaucheria geminata* + *Spirogyra setiformis* + *Mougeotia* sp. ster. (ОПП 20%); в ценозе *Potamogeton pectinatus* (ПП 20%) + *Zannichellia palustris* (ПП 5–10%) + *Caulinia minor* (ПП 5–10%) + *Spirogyra setiformis* (ПП 5–10%); в водорослевом проценозе *Spirogyra setiformis* (ПП 10%) + *Mougeotia* sp. ster. (ПП 5–10%) + *Vaucheria sessilis* (ПП 5–10%); в синузии *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 10%) из состава ценоза *Carex acuta* (ПП 20%) + *Carex aquatilis* (ПП 10%) – *Potamogeton perfoliatus*

(ПП 10%); в водорослевом проценозе *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra setiformis* + *Zygnema* sp. ster. + *Mougeotia* sp. ster. + *Bulbochaete* sp. (ОПП 10%); в водорослевом проценозе *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* (ОПП 5%).

В лесостепной зоне вид входил в синузию *Spirogyra bellis* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra setiformis* + *Oedogonium capillare* (ОПП 5–10%) из состава временной группировки *Myriophyllum sibiricum* + *Ceratophyllum demersum* (ОПП 30%) с участием *Typha angustifolia*, *Eleocharis palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Persicaria amphibia*, *Potamogeton berchtoldii*, *Potamogeton pectinatus*, *Lemna trisulca*, также из состава ценоза *Phragmites australis* + *Typha angustifolia* + *Typha latifolia* – *Carex riparia* (ОПП 50–60%) с участием *Bolboschoenus maritimus*, *Eleocharis palustris*, *Butomus umbellatus*, *Persicaria amphibia*, *Lemna trisulca*; в синузию *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 10%) из состава группировки *Phragmites australis* (ПП 30–40%) – *Spirodela polyrhiza* (ПП 10%) – *Potamogeton pectinatus* (ПП 30%); в синузию *Spirogyra weberi* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 10%) из состава группировки *Stratiotes aloides* (ПП 30%) + *Nymphoides peltata* (ПП 10%) + *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 10%) – *Batrachium circinatum* (ПП 20%); в проценоз *Typha latifolia* (ПП 40%) + *Phragmites australis* (ПП 10%) + *Scolochloa festucacea* (ПП 10%) + *Carex riparia* (ПП 10%) + *Carex atherodes* (ПП 10%) + *Sparganium erectum* (ПП 5%) + *Persicaria amphibia* (ПП 5%) + *Utricularia vulgaris* (ПП 20%) + *Spirogyra setiformis* (ПП 10%); в ценоз *Phragmites australis* (ПП 20%) – *Batrachium rionii* (ПП 40%) + *Lemna trisulca* (ПП 30%) + *Spirogyra setiformis* (ПП 10%); в синузию *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra decimina* +

Spirogyra varians (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Salvinia natans* + *Hydrocharis morsus-ranae* (ОПП 60%) с участием *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*; в синузию *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra setiformis* + *Oedogonium* sp. (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Utricularia vulgaris* (ПП 40–50%) + *Lemna trisulca* (ПП 10–20%) (прил. 3, рис. 22); в синузию *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra gracilis* + *Spirogyra reticulata* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 20–40%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%); в синузию *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 20%) из состава ценоза *Carex riparia* (ПП 30%); в синузию *Spirogyra decimina* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%) – *Myriophyllum sibiricum* (ПП 20%) + *Lemna trisulca* (ПП 30%); в синузию *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra nitida* (ОПП 5%) из состава ценоза *Typha latifolia* (ПП 40%) + *Phragmites australis* (ПП 10%) + *Scolochloa festucacea* (ПП 10%) + *Carex riparia* (ПП 10%) + *Carex atherodes* (ПП 10%) – *Utricularia vulgaris* (ПП 20%) с участием *Sparganium erectum*, *Persicaria amphibia*.

В степной зоне этот вид входил на уровне субдоминанта в проценоз *Lemna trisulca* (ПП 60%) + *Spirogyra setiformis* (ПП 20%) (прил. 3, рис. 23).

36. *Spirogyra subcolligata*. В лесной зоне вид *Spirogyra subcolligata* отмечен в синузии *Spirogyra subcolligata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra tenuissima* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra insignis* + *Mougeotia scalaris* + *Oedogonium* sp. (ОПП 10%) из состава ценоза *Glyceria maxima* (ПП 20%); также в синузии *Spirogyra subcolligata* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra maxima* + *Mougeotia laetevirens* (ОПП 10%) из состава ценоза *Cicuta virosa* (ПП 20%) + *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 10%).

37. *Spirogyra tenuissima*. В лесной зоне вид входил в синузию *Spirogyra gracilis* + *Spirogyra tenuissima* + *Spirogyra*

hassallii (ОПП 5–10%) из состава ценоза *Carex aquatilis* + *Comarum palustre* – *Potamogeton gramineus* (ОПП 10%); в синузию *Spirogyra maxima* + *Spirogyra tenuissima* (ОПП 10%) из состава ценоза *Bolboschoenus maritimus* (ПП 30%) + *Eleocharis palustris* (ПП 20%) – *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 20%); в синузию *Spirogyra subcolligata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra tenuissima* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra insignis* + *Mougeotia scalaris* + *Oedogonium* sp. (ОПП 10%) из состава ценоза *Glyceria maxima* (ПП 20%); в синузию *Spirogyra tenuissima* + *Mougeotia* sp. ster. (ОПП 10%) из состава ценоза *Caltha palustris* (ПП 20%) + *Eleocharis palustris* (ПП 10%) – *Callitriche palustris* (ПП 10%); также с проективным покрытием до 5% отмечен в проценозе *Callitriche palustris* (ПП 10%).

В лесостепной зоне вид *Spirogyra tenuissima* (ПП до 5%) собран в проценозе *Myriophyllum sibiricum* (ПП 10–20%) с ограниченным участием *Phragmites australis*, *Scirpus tabernaemontani*, *Bolboschoenus planiculmis*, *Butomus umbellatus*, *Lemna minor*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton berchtoldii* (ОПП 5%).

38. *Spirogyra varians*. В тундровой зоне этот вид совместно с другими нитчатыми зигнемовыми водорослями формировал временную группировку *Spirogyra varians* + *Spirogyra calospora* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra* sp. ster. + *Zygnema stellinum* (ОПП 10%).

В лесотундровой зоне (р. Хадытаяха) с участием вида обнаружена водорослевая группировка *Vaucheria geminata* + *Vaucheria walzii* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra* sp. ster. (ОПП 30–40%) (прил. 3, рис. 24).

В лесной зоне вид входил в синузию *Cladophora glomerata* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra*

fluviatilis + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* (ОПП 10%) из состава группировки *Potamogeton perfoliatus* + *Batrachium divaricatum* (ОПП 30%) с участием *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Persicaria amphibia*, *Limosella aquatica*, *Callitriche hermaphroditica*, *Callitriche palustris*, *Potamogeton gramineus*, *Batrachium trichophyllum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Nitella flexilis*; в синузию *Spirogyra inflata* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 10%) из состава ценоза *Comarum palustre* + *Sparganium emersum* (ОПП 10%); в водорослевый проценоз *Spirogyra varians* + *Spirogyra inflata* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 50%); в синузию *Spirogyra insignis* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra hassallii* (ОПП 10%) из состава проценоза *Callitriche palustris* (ПП 10%); в ценоз *Scirpus sylvaticus* (ПП 30%) – *Caltha palustris* (ПП 20%) + *Eleocharis palustris* (ПП 20%) – *Spirogyra varians* (ПП 10%); в ценоз *Stratiotes aloides* (ПП 70%) + *Spirodela polyrhiza* (ПП 10%) – *Spirogyra varians* (ПП 10%); в синузию *Spirogyra subcolligata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra tenuissima* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra insignis* + *Mougeotia scalaris* + *Oedogonium* sp. (ОПП 20%) из состава ценоза *Glyceria maxima* (ПП 20%); в синузию *Spirogyra varians* + *Spirogyra weberi* + *Vaucheria sessillis* + *Vaucheria walzii* (ОПП 10%) из состава ценоза *Typha latifolia* (ПП 20%); в синузию *Mougeotia* sp. ster. + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra varians* (ОПП 10%) из состава ценоза *Callitriche palustris* (ПП 10%); также формировал одновидовой проценоз *Spirogyra varians* (ПП 10–40%) (прил. 3, рис. 25).

В лесостепной зоне вид отмечен в группировке *Phragmites australis* (ПП 20%) – *Potamogeton gramineus* (ПП 40%) + *Lemna trisulca* (ПП 30%) + *Spirogyra varians* (ПП 10%); в синузии *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra majuscula* +

Spirogyra quadrata + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra varians* (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Salvinia natans* + *Hydrocharis morsus-ranae* (ОПП 60%) с участием *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*; в синузии водорослей *Mougeotia scalaris* + *Spirogyra dictyospora* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra weberi* (ОПП 10%) из состава проценоза *Phragmites australis* (ПП 30%) + *Typha angustifolia* (ПП 10%) – *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 10%) – *Lemna trisulca* (ПП 10%) с участием *Typha latifolia*, *Scirpus tabernaemontani*, *Bolboschoenus maritimus*, *Triglochin palustre*, *Ranunculus sceleratus*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton gramineus*, *Potamogeton berchtoldii*.

В степной зоне образцы *Spirogyra varians* собраны в водорослевом проценозе *Spirogyra varians* + *Zygnema leiospERMUM* + *Spirogyra* sp. ster. + *Mougeotia* sp. ster. + *Oedogonium* sp. + *Bulbochaete* sp. (ОПП 10%); в водорослевой синузии *Spirogyra varians* + *Vaucheria hamata* (ОПП 10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 20–40%).

39. *Spirogyra weberi*. В тундровой зоне этот вид совместно с другими нитчатыми зигнемовыми водорослями формировал проценоз *Spirogyra varians* + *Spirogyra calospora* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra* sp. ster. + *Zygnema stellinum* (ОПП 10%) в эфемерном водоёме в долине р. Таз.

В лесотундровой зоне вид отмечен в водорослевом проценозе *Spirogyra maxima* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra* sp. ster. + *Vaucheria* sp. (ОПП 10%).

В лесной зоне вид входил в водорослевый проценоз *Spirogyra weberi* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra* sp. ster. + *Zygnema* sp. ster. (ОПП 5%); в синузию *Cladophora glomerata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra maxima* (ОПП 10%) из состава группировки *Phragmites australis* – *Persicaria amphibia* – *Elodea canadensis* (ОПП 40–50%) с участием

Sagittaria sagittifolia, *Sparganium emersum*, *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Myriophyllum verticillatum*, *Myriophyllum sibiricum*, *Utricularia vulgaris*, *Batrachium divaricatum*, *Lemna trisulca*; в синузию *Spirogyra weberi* + *Mougeotia scalaris* + *Zygnema* sp. ster. + *Oedogonium* sp. (ОПП 60–80%) из состава ценоза *Carex acuta* (ПП 30–50%) с участием *Alisma plantago-aquatica*, *Agrostis stolonifera*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Elodea canadensis*, *Callitriche palustris*; в синузию *Spirogyra weberi* + *Spirogyra* sp. ster. + *Stigeoclonium pusillum* + *Stigeoclonium tenue* (ОПП 20%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 20%) – *Eleocharis palustris* (ПП 10%) – *Lemna minor* (ПП 10%); в синузию *Cladophora glomerata* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra fluviatilis* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* (ОПП 10%) из состава временной группировки *Potamogeton perfoliatus* + *Batrachium divaricatum* (ОПП 30%) с участием *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Persicaria amphibia*, *Limosella aquatica*, *Callitriche hermaphroditica*, *Callitriche palustris*, *Potamogeton gramineus*, *Batrachium trichophyllum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Nitella flexilis*; в ценоз *Potamogeton pectinatus* (ПП 30%) + *Potamogeton perfoliatus* (ПП 20%) – *Zannichellia palustris* (ПП 10%) + *Spirogyra weberi* (ПП 10%); в проценоз *Callitriche palustris* (ПП 10%) + *Spirogyra weberi* (ПП 5–10%); в синузию *Vaucheria taylorii* + *Vaucheria geminata* + *Spirogyra weberi* + *Mougeotia* sp. ster. (ОПП 20%) из состава группировки *Callitriche palustris* (ПП 10%); в синузию *Mougeotia laetevirens* + *Spirogyra subcolligata* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra maxima* (ОПП 10%) из состава ценоза *Cicuta virosa* (ПП 20%) – *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 10%); в синузию *Mougeotia genuflexa* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra* sp.

ster. (ОПП 20%) из состава ценоза *Carex aquatilis* (ПП 50%); в синузию *Spirogyra varians* + *Spirogyra weberi* + *Vaucheria sessillis* + *Vaucheria walzii* (ОПП 10%) из состава ценоза *Typha latifolia* (ПП 20%); в водорослевый проценоз *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra setiformis* + *Zygnema* sp. ster. + *Mougeotia* sp. ster. + *Bulbochaete* sp. (ОПП 10%); в водорослевый проценоз *Spirogyra weberi* + *Spirogyra* sp. ster. + *Vaucheria* sp. ster. (ОПП 5%); в водорослевый проценоз *Sirogonium sticticum* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra* sp. ster. + *Zygnema* sp. ster. (ОПП 5–10%); в синузию *Zygnema leiospermum* + *Spirogyra weberi* + *Oedogonium* sp. (ОПП 20%) из состава ценоза *Stratiotes aloides* (ПП 70%).

В лесостепной зоне вид собран в синузии *Mougeotia laetevirens* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra decimina* (ОПП 5%) из состава ценоза *Scolochloa festucacea* + *Persicaria amphibia* (ОПП 30%) с участием *Scirpus tabernaemontani*, *Alisma plantago-aquatica*, *Salvinia natans*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Utricularia vulgaris*; в синузии *Spirogyra weberi* + *Spirogyra setiformis* (ОПП 10%) из состава ценоза *Stratiotes aloides* (ПП 30%) + *Nymphoides peltata* (ПП 10%) + *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 10%) – *Batrachium circinatum* (ПП 20%); в синузии *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra daedalea* + *Spirogyra weberi* (ОПП 5–10%) из состава проценоза *Potamogeton lucens* (ПП 10%) + *Utricularia vulgaris* (ПП 40%) + *Drepanocladus aduncus* (ПП 10%) + *Lemna trisulca* (ПП 10%) с участием *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Sparganium emersum*, *Carex acuta*, *Carex rhynchophysa*, *Alisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Rorippa amphibia*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton trichoides*, *Lemna minor*; в синузии *Spirogyra weberi* + *Spirogyra* sp. ster. + *Mougeotia* sp. ster. + *Oedogonium* sp. (ОПП 40–50%) из состава

группировки *Utricularia vulgaris* (ПП 60–80%) + *Lemna trisulca* (ПП 20%) (прил. 3, рис. 26); в синузии *Mougeotia scalaris* + *Spirogyra dictyospora* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra weberi* (ОПП 10%) из состава проценоза *Phragmites australis* (ПП 30%) + *Typha angustifolia* (ПП 10%) – *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 10%) – *Lemna trisulca* (ПП 10%) с участием *Typha latifolia*, *Scirpus tabernaemontani*, *Bolboschoenus maritimus*, *Triglochin palustre*, *Ranunculus sceleratus*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton gramineus*, *Potamogeton berchtoldii*.

В степной зоне вид собран в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* (ОПП 10%) из состава ценоза *Phragmites australis* (ПП 30%) + *Typha angustifolia* (ПП 10%) – *Lemna trisulca* (ПП 10%) с участием *Scirpus tabernaemontani*, *Bolboschoenus maritimus*.

40. *Sirogonium sticticum*. В лесной зоне в пойме р. Обь вид *Sirogonium sticticum* собран в водорослевом проценозе *Sirogonium sticticum* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra* sp. ster. + *Zygnema* sp. ster. (ОПП 5–10%); в синузии *Spirogyra daedalea* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* + *Zygnema criciatum* (ОПП 5–10%) из состава группировки цветковых гидрофитов *Potamogeton perfoliatus* + *Potamogeton alpinus* + *Callitriche palustris* (ОПП 10%); в синузии *Cladophora glomerata* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra fluviatilis* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* (ОПП 10%) из состава группировки *Potamogeton perfoliatus* + *Batrachium divaricatum* (ОПП 30%) с участием *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Persicaria amphibia*, *Limosella aquatica*, *Callitriche hermaphroditica*, *Callitriche palustris*, *Potamogeton gramineus*,

Batrachium trichophyllum, *Myriophyllum verticillatum*, *Nitella flexilis*.

Всего в растительных группировках с участием нитчатых зигнемовых водорослей отмечено 170 видов гидромакрофитов из 73 родов, 48 семейств, 10 отделов (табл. 10).

Таблица 10

Таксономический состав растительных группировок с участием нитчатых зигнемовых водорослей Западно-Сибирской равнины

Отделы	Число		
	Семейств	родов	видов
1. Magnoliophyta	27	44	86
2. Polypodiophyta	1	1	1
3. Equisetophyta	1	1	1
4. Lycopodiophyta	1	1	1
5. Bryophyta	4	7	9
6. Marchantiophyta	3	3	3
7. Charophyta	2	2	7
8. Chlorophyta	7	12	53
9. Xanthophyta	1	1	8
10. Rhodophyta	1	1	1
Всего	48	73	170

Растительные группировки разного уровня с участием нитчатых зигнемовых водорослей включают от 1 до 21 вида гидромакрофитов. Водорослевые проценозы, образованные единственным видом нитчатых зигнемовых относительно редки (12% от общего числа обнаруженных водорослевых проценозов). Одновидовые водорослевые проценозы образуют *Spirogyra crassa* (ПП 80–100%), *Spirogyra hassallii* (ПП 10%), *Spirogyra mirabilis* (ПП 10%), *Spirogyra varians* (ПП 10–40%). На севере лесной зоны значительная часть акватории

водораздельного озера была занята моноценозом *Zygonium ericetorum* (ПП 70–100%).

Более распространены двухвидовые и многовидовые водорослевые ценозы, в которых наряду с нитчатыми зигнемовыми участвуют представители других групп низших растений. Доля двухвидовых водорослевых ценозов равна 15%, многовидовых – 73% от общего числа группировок такого типа. Максимальное число видов в водорослевых ценозах не превышает 7, среднее число видов – 4, в том числе среднее число видов нитчатых зигнемовых – 3.

Проективное покрытие в водорослевых ценозах составляет от 5% до 70%, в среднем – 15%. В состав ценозов совместно с нитчатыми зигнемовыми водорослями входят виды из родов *Vaucheria*, *Rhizoclonium*, *Bulbochaete*, *Oedogonium*, *Cladophora*. Примерами таких ценозов являются следующие группировки:

1. *Spirogyra decimina* + *Mougeotia laetevirens* + *Zygnema* sp. ster. + *Vaucheria geminata* + *Vaucheria hamata* (ОПП 10%);

2. *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra setiformis* + *Zygnema* sp. ster. + *Mougeotia* sp. ster. + *Bulbochaete* sp. (ОПП 10%);

3. *Zygnema stellinum* + *Spirogyra decimina* + *Mougeotia* sp. ster. + *Vaucheria geminata* (ОПП 70%).

Видовой состав водорослевых ценозов имеет случайный характер. При сравнении видовых составов разных водорослевых ценозов на основе коэффициента сходства Сьёренсена–Чекановского K_{S-C} (Трасс, 1976) этот показатель варьирует в пределах значений от 0 до 0,5.

Особенно часто встречаются нитчатые зигнемовые водоросли в составе водорослевых синузий, которые как структурный компонент входят в разнотипные группировки

высших гидромакрофитов (иногда с участием также видов харовых водорослей). Одновидовые водорослевые синузии формируют многие нитчатые зигнемовые, но особенно отчётливо они проявляются при проективном покрытии представителя этой группы в 10% и более, что позволяет считать такой вид субдоминантом группировки.

В разных ценозах гелофитов с участием водорослевых синузий основной ярус образуют такие виды, как *Phragmites australis*, *Scolochloa festucacea*, *Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Scirpus lacustris*, *Carex riparia*, *Carex acuta*, *Alisma plantago-aquatica*, в ценозах плейстофитов – *Sagittaria natans*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton gramineus*, *Potamogeton alpinus*, *Lemna minor*, в ценозах гидатофитов – *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Stratiotes aloides*, *Callitriche palustris*, *Utricularia vulgaris*, *Lemna trisulca*. Из видов нитчатых зигнемовых водорослей в числе субдоминантов таких ценозов отмечены *Zygnema leiospermum*, *Zygnema stellinum*, *Mougeotia laetevirens*, *Mougeotia genuflexa*, *Spirogyra crassa*, *Spirogyra decimina*, *Spirogyra gracilis*, *Spirogyra irregularis*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra mirabilis*, *Spirogyra nitida*, *Spirogyra setiformis*, *Spirogyra varians*, *Spirogyra weberi*. Проективное покрытие этих водорослей в одновидовых водорослевых синузиях составляет 10–20%.

Двух- и многовидовые водорослевые синузии имеют общее проективное покрытие от 5% до 60–80% (в среднем – около 15%). В таких синузиях число видов нитчатых зигнемовых и других водорослей может достигать 6–8, но в среднем составляет 3 вида (рис. 15).

В многовидовых водорослевых синузиях кроме нитчатых зигнемовых нередко участвуют также виды из родов *Vaucheria*, *Bulbochaete*, *Oedogonium*, *Batrachospermum*, *Rhizoclonium*,

Cladophora, причём в южной части Западно-Сибирской равнины (в лесостепной и степной зонах) значение видов рода *Cladophora* (особенно *Cladophora glomerata*) заметно повышается, тогда как участие нитчатых зигнемовых снижается. В степной зоне сифонокладовый вид *Cladophora glomerata* отмечен в 62% водорослевых синузий с участием нитчатых зигнемовых.



Рис. 15. Микрофотография нитчатых зигнемовых водорослей из трёхвидовой синузии *Spirogyra maxima* + *Spirogyra porticalis* + *Zygnema stellinum* (котлован, Омская обл.)

В качестве примеров многовидовых водорослевых синузий приведены следующие группировки:

1. *Cladophora glomerata* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra weberi* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra*

maxima + *Spirogyra fluviatilis* + *Spirogyra insignis* + *Sirogonium sticticum* (ОПП 10%);

2. *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra varians* (ОПП 5–10%).

Водорослевые синузии, как и водорослевые проценозы, также представляют собой случайные сочетания видов: при сравнении их видовых составов коэффициент сходства (K_{s-c}) варьирует от 0 до 0,5, причём максимальное значение коэффициента (0,5) достигается в редких случаях при сравнении составов двухвидовых синузий, имеющих один общий вид.

Многие виды нитчатых зигнемовых водорослей были отмечены с низким проективным покрытием (меньше 5%) как ассектаторы в различных группировках высших водных растений. Почти 56% растительных группировок с участием видов нитчатых зигнемовых водорослей имеет ярус гелофитов с общим проективным покрытием 10–70% (в среднем 27%). Доминантами этого яруса в северной части Западно-Сибирской равнины являются *Carex aquatilis*, *Carex lasiocarpa*, *Carex rostrata*, *Cicuta virosa*, *Eleocharis palustris*, *Eriophorum polystachion*, *Comarum palustre*, *Equisetum fluviatile*, в средней и южной частях – *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Carex acuta*, *Carex rhynchophysa*, *Alisma plantago-aquatica*, *Scolochloa festucacea*, *Butomus umbellatus*, *Eleocharis palustris*, *Scirpus lacustris*, *Scirpus tabernaemontani*, *Bolboschoenus maritimus*, *Bolboschoenus planiculmis*, *Eleocharis palustris*, *Equisetum fluviatile*. Установлена слабая обратная корреляция ($r = -0,35$) между проективным покрытием яруса гелофитов и общим проективным покрытием водорослевых синузий с участием нитчатых зигнемовых, которые

предпочитают гидроэкотопы, защищённые от ветрового волнения и обеспеченные светом.

Плейстофитный ярус, состоящий из высших водных растений, имеют только 7% группировок. Общее проективное покрытие яруса варьирует в пределах 10–60% (в среднем 17%). Для видов нитчатых зигнемовых водорослей свойственна погружённая биоморфа, поэтому они в основном участвуют в сложении гидатофитного яруса. Однако во время массовой вегетации (часто в фертильном состоянии) нитчатые зигнемовые включаются в ярус плейстофитов, всплывая на водную поверхность. Конкуренция нитчатых зигнемовых с высшими плейстофитами в этом случае не выражена. Установлена слабая прямая корреляция ($r = +0,31$) значений проективного покрытия этих структурных компонентов растительных группировок. Из высших гидрофитов в плейстофитный ярус обычно входят *Sagittaria natans*, *Nuphar pumila*, *Persicaria amphibia*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*, *Nymphaea candida*, *Nymphaea tetragona*, *Nymphoides peltata*, *Salvinia natans* в разных сочетаниях.

Гидатофитный ярус, сформированный высшими растениями, имеют 59% группировок. Проективное покрытие высших растений в гидатофитном ярусе достигает 10–60% (в среднем 27%). Из цветковых растений в гидатофитных ярусах отмечены *Lemna trisulca*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton lucens*, *Stratiotes aloides*, *Callitriche palustris*, *Myriophyllum sibiricum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Zannichellia palustris*, *Utricularia vulgaris*, *Ceratophyllum demersum*, *Ranunculus polyphyllus*, *Batrachium rionii*, *Batrachium circinatum*.

К стабильным фитоценозам, сложенным в основе высшими гидрофитами, принадлежит всего 45% от числа рассмотренных группировок с участием нитчатых зигнемовых водорослей. Такие стабильные группировки имеют выраженные гелофитный и гидатофитный ярусы с умеренной и средней сомкнутостью, иногда присутствует плейстофитный ярус. Исключением служит их водорослевый компонент (водорослевые синузии), который представлен случайным набором видов и преимущественно факультативно входит в их состав. Остальные 55% растительных группировок представляют собой типичные проценозы (в том числе 13,4% рассмотренных группировок являются водорослевыми проценозами).

В целом нитчатые зигнемовые водоросли выступают факультативной составляющей гидрофильных растительных сообществ в водных объектах Западно-Сибирской равнины. Нитчатые зигнемовые водоросли способны на уровне сезонных синузий участвуют в сложении проценозов или входят в состав гидатофитных и плейстофитных ярусов стабильных фитоценозов. Случайный набор видов в водорослевых проценозах, синузиях и в группировках с доминированием высших водных растений указывает на инвазивный тип популяций этих низших растений на территории Западно-Сибирской равнины. Виды нитчатых зигнемовых водорослей являются одним из наиболее динамичных компонентов группировок водной макрофитной растительности Западно-Сибирской равнины.

ЗОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ

Сбор образцов нитчатых зигнемовых водорослей на территории Западно-Сибирской равнины был выполнен неравномерно в разных ботанико-географических зонах. Основные работы проводились в лесной и лесостепной зонах, с остальной территории образцы были получены в меньшем количестве. Всего в тундровой зоне было изучено 4 популяции нитчатых зигнемовых водорослей, в лесотундровой – 8, в лесной – 179, в лесостепной – 111, в степной – 21 популяция (табл. 11). В связи с существенными различиями площадей ботанико-географических зон Западно-Сибирской равнины и их неравномерной альгологической изученностью целесообразно рассматривать зональное распределение видов нитчатых зигнемовых по 3 широтным участкам: северному (тундровая и лесотундровая зоны), центральному (лесная зона) и южному (лесостепная и степная зоны). В северном участке было обнаружено 9 видов нитчатых зигнемовых водорослей, в центральном – 37, в южном – 27 видов.

Таблица 11

Распределение обнаруженных популяций видов нитчатых зигнемовых водорослей по ботанико-географическим зонам Западно-Сибирской равнины

Виды	Ботанико-географические зоны				
	Т	ЛТ	Л	ЛС	С
<i>Zygnema cruciatum</i>	–	–	2	–	–
<i>Zygnema leiospermum</i>	–	–	4	3	1
<i>Zygnema stellinum</i>	1	–	5	1	1
<i>Zygonium ericetorum</i>	–	–	8	–	–
<i>Mougeotia genuflexa</i>	–	–	10	4	2

<i>Mougeotia laetevirens</i>	–	2	6	2	1
<i>Mougeotia nummuloides</i>	–	–	1	–	–
<i>Mougeotia quadrangulata</i>	–	–	2	–	–
<i>Mougeotia scalaris</i>	–	–	4	3	1
<i>Mougeotia tunicata</i>	–	–	–	1	–
<i>Spirogyra bellis</i>	–	–	2	3	–
<i>Spirogyra calospora</i>	1	–	1	–	–
<i>Spirogyra crassa</i>	–	–	5	5	–
<i>Spirogyra daedalea</i>	–	–	1	4	–
<i>Spirogyra decimina</i>	–	–	26	12	4
<i>Spirogyra dictyospora</i>	–	–	1	1	–
<i>Spirogyra fluviatilis</i>	–	–	4	1	–
<i>Spirogyra gracilis</i>	–	–	1	3	–
<i>Spirogyra hassallii</i>	–	–	8	1	1
<i>Spirogyra hungarica</i>	–	–	1	1	–
<i>Spirogyra inflata</i>	–	–	4	–	–
<i>Spirogyra insignis</i>	–	1	7	–	–
<i>Spirogyra irregularis</i>	–	–	1	–	–
<i>Spirogyra majuscula</i>	–	1	1	4	–
<i>Spirogyra maxima</i>	–	1	7	16	1
<i>Spirogyra mirabilis</i>	–	–	5	–	–
<i>Spirogyra neglecta</i>	–	–	2	9	1
<i>Spirogyra nitida</i>	–	–	1	1	–
<i>Spirogyra pellucida</i>	–	1	–	–	–
<i>Spirogyra porticalis</i>	–	–	1	1	–
<i>Spirogyra punctata</i>	–	–	–	–	1
<i>Spirogyra quadrata</i>	–	–	3	1	1
<i>Spirogyra reticulata</i>	–	–	3	4	1
<i>Spirogyra rugulosa</i>	–	–	1	–	–
<i>Spirogyra setiformis</i>	–	–	9	15	1
<i>Spirogyra subcolligata</i>	–	–	3	–	–
<i>Spirogyra tenuissima</i>	–	–	8	1	–
<i>Spirogyra varians</i>	1	1	12	5	2
<i>Spirogyra weberi</i>	1	1	12	9	2
<i>Sirogonium sticticum</i>	–	–	6	–	–
Всего популяций:	4	8	179	111	21
Всего видов:	4	7	37	26	15

Примечание. Ботанико-географические зоны: Т – тундровая, ЛТ – лесотундровая, Л – лесная, ЛС – лесостепная, С – степная.

Только в северном участке Западно-Сибирской равнины (лесотундровая зона) был отмечен такой вид, как *Spirogyra pellucida*. В северном и центральном участках зарегистрированы популяции *Spirogyra calospora*, *Spirogyra insignis*. Только для центрального участка характерны виды *Zygnema cruciatum*, *Zygonium ericetorum*, *Mougeotia nummuloides*, *Mougeotia quadrangulata*, *Spirogyra inflata*, *Spirogyra irregularis*, *Spirogyra mirabilis*, *Spirogyra rugulosa*, *Spirogyra subcolligata*, *Sirogonium sticticum*, причём последний вид был встречен в водных объектах поймы р. Обь.

В центральном и южном участках зарегистрированы популяции большой группы видов: *Zygnema leiospermum*, *Mougeotia genuflexa*, *Mougeotia scalaris*, *Spirogyra bellis*, *Spirogyra crassa*, *Spirogyra daedalea*, *Spirogyra decimina*, *Spirogyra dictyospora*, *Spirogyra fluviatilis*, *Spirogyra gracilis*, *Spirogyra hassallii*, *Spirogyra hungarica*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogyra nitida*, *Spirogyra porticalis*, *Spirogyra quadrata*, *Spirogyra reticulata*, *Spirogyra setiformis*, *Spirogyra tenuissima*. Исключительно в южном участке были собраны образцы вида *Spirogyra punctata*. Общими для всех участков Западно-Сибирской равнины являются *Zygnema stellinum*, *Mougeotia laetevirens*, *Spirogyra majuscula*, *Spirogyra maxima* и, особенно, *Spirogyra varians* и *Spirogyra weberi*.

Коэффициент сходства Сьёренсена-Чекановского (Ks-c) (Трасс, 1976) для флористических выборок из северного и южного участков равен всего 0,22, из северного и центрального участков – 0,26, из центрального и южного – 0,42. Сравнение флористических выборок по отдельным ботанико-географическим зонам также даёт невысокие значения этого коэффициента (табл. 12).

Таблица 12

Значения коэффициента сходства Сьёренсена-Чекановского при сравнении видовых составов нитчатых зигнемовых водорослей ботанико-географических зон Западно-Сибирской равнины

–	Т	ЛТ	Л	ЛС	С
Т	–				
ЛТ	0,27	–			
Л	0,16	0,21	–		
ЛС	0,17	0,23	0,44	–	
С	0,24	0,27	0,37	0,41	–

Примечание. Ботанико-географические зоны: Т – тундровая, ЛТ – лесотундровая, Л – лесная, ЛС – лесостепная, С – степная.

В целом невысокие значения коэффициента сходства указывают на случайный набор видов нитчатых зигнемовых водорослей в разных участках территории исследований. Обращает внимание, что 50% видов, отмеченных за весь период исследований на Западно-Сибирской равнине, приведены для данной территории впервые, в том числе такие виды, которые ранее были известны в удалённых районах Земли (*Zygonium ericetorum*, *Spirogyra dictyospora*, *Spirogyra hungarica*, *Spirogyra rugulosa*, *Spirogyra subcolligata*).

Случайный характер формирования этих компонентов водных парциальных флор широтных участков Западно-Сибирской равнины обусловлен историей климата и многократными изменениями экологической обстановки на данной территории (Свириденко, 2017), а также особенностями расселения нитчатых зигнемовых водорослей.

Климат Западно-Сибирской равнины в четвертичном периоде испытывал существенные колебания, связанные со сменой ледниковых и межледниковых эпох. На севере равнины оледенения происходили в раннюю, среднюю и позднюю эпохи

четвертичного периода, чередуясь с тёплыми межледниковыми эпохами. В эпоху самого значительного среднечетвертичного самаровского оледенения (170–230 тысяч лет назад) север Западно-Сибирской равнины был занят сплошным ледяным покровом. Граница максимального оледенения проходила по 60–61(63) градусу северной широты, то есть ледовый покров распространялся южнее Сибирских увалов (Стрелков и др., 1965; Артюшков, 1967; Лазуков, 1971). В эту эпоху к югу от сплошного ледового покрова сформировался крупный подпрудный пресноводный бассейн, занимающий долины Оби и Иртыша, а также их междуречья и другие территории (Заррина и др., 1961; Волков, Волкова, 1965; Волкова, 1966; Каплянская, Тарноградский, 1967). Подобная ситуация повторялась и в более поздние оледенения, последнее из которых завершилось 50–20 (10) тысяч лет назад. На протяжении всего четвертичного периода в составе флоры и растительности региона происходили крупные изменения, которые ритмично повторялись в межледниковые эпохи. При этом границы природных зон смещались относительно современного положения на 700 км к югу в ледниковые эпохи и на 300–500 км к северу – в межледниковья (История развития..., 1970). В межледниковые эпохи виды растений, переживавшие суровые условия оледенений в более южных районах, по долинам рек распространялись далеко на север. К концу четвертичного периода и в настоящую эпоху голоцена завершилось формирование современной флоры региона путём сложных и ещё мало изученных процессов (Никитин, 1970; Гричук и др., 1970). Многие исследователи указывали, что флора Западно-Сибирской равнины отличается относительной бедностью, отсутствием эндемичных и реликтовых видов, большой долей одновидовых и маловидовых родов и семейств, что связано с

геологической молодостью этой территории. Сформированная в четвертичное время, флора региона считается миграционной, или аллохтонной (Лавренко, 1946; Крашенинников, 1951; Толмачёв, 1974). Кроме того, в связи со значительной динамикой климатических, гидрологических и геоморфологических процессов на этой территории отсутствуют реликтовые водные объекты, которые могли бы служить рефугиумами для видов – представителей более древних флор. Водные объекты региона имеют четвертичный и голоценовый возраст (Земцов, 1976) (рис. 16).



Рис. 16. Озёра голоценового возраста на севере лесной зоны Западно-Сибирской равнины (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра)

Большинство озёр существует кратковременно, быстро заболачиваясь или, наоборот, пересыхая в маловодные фазы трансгрессивно-регрессивных циклов увлажнения территории.

В распространении видов нитчатых зигнемовых водорослей, как в целом и остальных гидрофильных растений, первостепенное значение имеет такой природный фактор, как массовые сезонные миграции водоплавающих птиц. О большом значении этого фактора для расселения гидрофильных видов растений впервые указывал ещё в 1859 г. Ч. Дарвин (по: Дарвин, 1991).

В отличие от переноса диаспор растений направленными речными потоками этот фактор имеет более случайный характер, что определило слабое сходство видовых составов нитчатых зигнемовых водорослей из разных ботанико-географических зон. Обращают внимание также несколько более высокие значения коэффициента сходства Сёренсена-Чекановского при сравнении видовых списков нитчатых зигнемовых водорослей южных ботанико-географических зон (0,37–0,44). Значения этого коэффициента заметно снижаются при сравнении видовых составов из южных зон с северными (0,16–0,24, то есть в 1,4–2,7 раза ниже), что указывает на основное направление современного расселения видов этой группы низших растений (с юга на север).

Наличие непрерывного естественного процесса переноса диаспор макроскопических водных растений из других регионов Земли на Западно-Сибирскую равнину, в том числе и в её ледниковую часть, подтверждают многочисленные находки локальных популяций видов из разных систематических групп (Свириденко и др., 2013 и; 2015 д–ж; 2016; 2017 а, б; 2018; Ефремов и др., 2015; *Свириденко и др., 2016 б; Свириденко, Свириденко, 2017).

В настоящее время только обсуждаются принципы и проблемы охраны пресноводных водорослей в России и других государствах. В частности, отмечена недостаточная изученность

систематических групп водорослей и ограниченность данных об их реальном распространении и эколого-биологических свойствах в регионах России, обоснованно предложено включить в региональные Красные книги только макроскопических представителей (Комулайнен, 2009; Свириденко и др., 2012 г). На данном этапе в Красную книгу Российской Федерации и Красные книги регионов (Республика Татарстан, Ненецкий автономный округ, Московская, Ленинградская, Кировская, Камчатская, Вологодская, Нижегородская области) было включено всего 100 видов водорослей и цианей. В том числе водоросли представлены 6 отделами: Chlorophyta – 39 видов, Charophyta – 13, Bacillariophyta – 11, Rhodophyta – 9, Xanthophyta – 2, Chrysophyta – 1 вид (Комулайнен, 2009).

На Западно-Сибирской равнине из нитчатых зигнемовых водорослей только в Омской обл. в список охраняемых видов входит единственный представитель – *Spirogyra subcolligata*. Также уникальная популяция вида *Zygonium ericetorum* предложена для включения в очередной выпуск Красной книги Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Однако необходимо отметить, что в связи с инвазивным характером популяций многих редких видов нитчатых зигнемовых водорослей, неустойчивостью их гидроэкотопов и выраженной связью видов с временными растительными группировками существует значительная сложность в организации их охраны в регионах Западно-Сибирской равнины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведённых исследований в водных объектах Западно-Сибирской равнины было отмечено 40 видов нитчатых зигнемовых водорослей из 5 родов и 3 семейств. Впервые для этого региона приведено 20 видов, как правило, широкоареальных, известных в других регионах Земли, но ранее не зарегистрированных на Западно-Сибирской равнине.

Изучение экологии видов показало, что нитчатые зигнемовые водоросли в начале вегетации могут иметь связь с донными субстратами или погружёнными частями высших растений, однако основной период вегетации они проводят в толще воды без связи с субстратом, всплывая к поверхности. По биоморфологическим критериям виды этой группы целесообразно рассматривать как нитчатые свободноплавающие гидатофиты и факультативные плейстофиты. Эти растения находят оптимальные условия освещённости для фотосинтеза в мелководных гидроэкотопах, слабо подверженных ветровым или гравитационным течениям. В западносибирских местообитаниях по мере увеличения глубины свыше 0,5–1 м заметно снижается число видов.

Выявлено два максимума видового разнообразия нитчатых зигнемовых водорослей: первый соответствует экотопам с органическими грунтами крупнофракционного состава (торф, грубодетритный бурый ил, торфяной ил), второй – экотопам с минеральными грунтами крупнофракционного состава (песок, заиленный песок).

В водных объектах Западно-Сибирской равнины нитчатые зигнемовые водоросли зарегистрированы в диапазоне от кислых до щелочных вод при $\text{pH} = 4,8\text{--}9,2$. В кислых и слабокислых водах отмечен ацидобионтный вид *Zygonium ericetorum*. В

слабокислых водах зарегистрированы ацидофильные виды *Mougeotia nummuloides*, *Mougeotia quadrangulata*, *Spirogyra mirabilis*, *Spirogyra pellucida*. Подавляющее большинство видов проявляет связь с нейтральными и слабощелочными водами и принадлежит к группам нейтробионтов и нейтро-алкалифилов. В целом, согласно полученным данным, среди западносибирских нитчатых зигнемовых водорослей преобладают нейтробионты (55% видов). В диапазоне от слабокислых до щелочных вод отмечен индифферентный к активной реакции воды вид *Spirogyra decimina*.

Нитчатые зигнемовые водоросли обитают в маломинерализованных мягких и среднежестких водах и являются частью пресноводного флористического комплекса. В ультрапресных очень мягких водах, а также в типично пресных, очень мягких и среднежестких водах отмечено 68% от общего числа видов. В более широком диапазоне (от ультрапресных и типично пресных очень мягких вод до условно-пресных среднежестких и жестких вод) зарегистрированы виды: *Zygnema stellinum*, *Mougeotia genuflexa*, *Mougeotia scalaris*, *Mougeotia tunicata*, *Spirogyra dictyospora*, *Spirogyra hassallii*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogyra quadrata*, *Spirogyra reticulata*, *Spirogyra setiformis*. В целом в ультрапресных, типично пресных и условно-пресных, очень мягких, среднежестких и жестких водах отмечено 97% всех видов нитчатых зигнемовых водорослей, известных на Западно-Сибирской равнине. Единственный вид *Spirogyra decimina* встречен не только в пресных, но также и в солоноватых жестких и очень жестких водах. В связи малой минерализацией воды в большинстве гидроэкотопов нитчатых зигнемовых водорослей преобладают воды гидрокарбонатного класса групп кальция и натрия (56,8% гидроэкотопов), а также значительная

доля принадлежит водам хлоридного класса групп кальция и натрия (40,5%).

Нитчатые зигнемовые водоросли были отмечены в воде с цветностью 13–1400 градусов по хром-кобальтовой шкале. Подавляющее большинство видов встречено в воде с малой цветностью, однако некоторые виды были зарегистрированы при высоких значениях цветности. Способность к активному движению позволяет этим водорослям занимать верхние слои водной среды и успешно конкурировать за свет с высшими гидатофитами.

Представители нитчатых зигнемовых водорослей обитали в водах с концентрацией растворимых форм железа от 0 мкг/дм³ до 4633 мкг/дм³. При максимальной концентрации железа (4633 мкг/дм³) отмечен единственный вид *Spirogyra bellis*. Довольно высокую концентрацию железа выдерживают *Zygonium ericetorum* (хотя массовое развитие этого вида наблюдалось при очень низкой концентрации железа – 25 мкг/дм³), *Spirogyra crassa*, *Spirogyra varians*, *Sirogonium sticticum*. Близки к этой группе по ферротолерантности также *Mougeotia genuflexa*, *Mougeotia quadrangulata*, *Spirogyra decimina*. Все эти виды можно рассматривать как ферротолерантные нитчатые зигнемовые водоросли.

Диапазон концентрации растворимых форм марганца в экотопах нитчатых зигнемовых водорослей составил от 0,0 мкг/дм³ до 253,4 мкг/дм³. При концентрации этого элемента более 250 мкг/дм³ отмечены популяции *Mougeotia quadrangulata*, *Spirogyra decimina*. В экотопах с концентрацией марганца до 49–57 мкг/дм³ обнаружены популяции *Mougeotia tunicata*, *Spirogyra hassallii*, *Spirogyra nitida*. Вероятно, эти виды могут рассматриваться как более устойчивые к данному химическому элементу.

Диапазон концентрации растворимых форм цинка в экотопах нитчатых зигнемовых водорослей составил от 4,8 мкг/дм³ до 115,5 мкг/дм³. Высокие концентрации цинка (свыше 100 мкг/дм³) зарегистрированы только в экотопах *Spirogyra weberi*. Повышенная концентрация цинка (до 40–60 мкг/дм³) отмечена в экотопах *Zygnema leiospermum*, *Zygonium ericetorum*, *Mougeotia genuflexa*, *Mougeotia tunicata*, *Spirogyra decimina*, *Spirogyra hassallii*, *Spirogyra nitida*, *Spirogyra setiformis*, *Spirogyra subcolligata*, *Sirogonium sticticum*. Остальные виды отмечены при низких уровнях содержания этого элемента.

Большинство видов нитчатых зигнемовых водорослей было зарегистрировано при концентрации нефтяных углеводов ниже 0,01 мг/дм³. При слабых уровнях загрязнения нефтепродуктами (до 0,06–0,10 мг/дм³) зарегистрированы *Mougeotia laetevirens*, *Spirogyra daedalea*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra weberi*. В водоёмах с повышенным уровнем нефтяного загрязнения (до 0,16–0,48 мг/дм³) отмечены виды некоторых крупных спирогири: *Spirogyra bellis*, *Spirogyra neglecta*, *Spirogyra setiformis*. В экстремально загрязнённых нефтяными углеводородами водных экотопах (2,30 мг/дм³) обнаружены виды *Zygnema stellinum* и *Spirogyra decimina*.

Нитчатые зигнемовые водоросли территории исследований являются преимущественно олиго-мезотрофными (67,5% видов). Виды из семейств Zygnemataceae и Mougeotiaceae встречены в более олиготрофных условиях в сравнении с видами из семейства Spirogyraceae, которые распространены преимущественно в олиго-мезотрофных и мезотрофных условиях.

Основное число видов нитчатых зигнемовых водорослей относится к олиго-бета-мезосапробным растениям (65% видов). Виды из семейств Zygnemataceae и Mougeotiaceae встречены в

более олигосапробных условиях в сравнении с видами из семейства *Spirogyasaeae*, которые встречаются в основном в олиго-бета-мезосапробных и бета-мезосапробных условиях.

В водных объектах Западно-Сибирской равнины растительные группировки с участием нитчатых зигнемовых водорослей включают 170 видов гидромакрофитов из 73 родов, 48 семейств, 10 отделов. Такие группировки содержат от 1 до 21 вида водных макроскопических растений. Виды нитчатых зигнемовых водорослей (нередко совместно с другими макроскопическими водорослями) формируют временные водорослевые группировки на свободных от высших гидрофильных растений участках акваторий – водорослевые одновидовые или многовидовые проценозы (13,4% от числа изученных группировок с участием нитчатых зигнемовых). Часто нитчатые зигнемовые водоросли совместно с другими представителями макроскопических низших растений образуют водорослевые синузии в составе растительных группировок разного уровня – в проценозах и фитоценозах высших гидрофитов (49,9% от общего числа группировок). В некоторых условиях виды нитчатых зигнемовых являются субдоминантами растительных сообществ наряду с высшими гидрофитами (17% от числа всех группировок). Наконец, многие виды нитчатых зигнемовых водорослей с низким проективным покрытием были отмечены как ассектаторы в различных растительных группировках высших водных растений (19,7% от числа всех группировок).

Водорослевые проценозы, образованные единственным видом нитчатых зигнемовых, относительно редки (12% от общего числа обнаруженных водорослевых проценозов). Более распространены двух- и многовидовые водорослевые проценозы, в которых наряду с нитчатыми зигнемовыми

участвуют представители других групп водорослей. Доля двухвидовых проценозов равна 15%, многовидовых – 73% от общего числа группировок такого типа. Максимальное число видов в водорослевых проценозах не превышает 7, среднее число видов – 4, из которых в среднем 3 вида – нитчатые зигнемовые. Проективное покрытие в водорослевых проценозах варьирует от 5% до 70% (в среднем – 15%). В состав проценозов совместно с нитчатыми зигнемовыми водорослями входят виды из родов *Vaucheria*, *Rhizoclonium*, *Bulbochaete*, *Oedogonium*, *Cladophora*. Отмечено, что видовой состав водорослевых проценозов имеет случайный характер.

Часто нитчатые зигнемовые водоросли встречаются в составе водорослевых синузий, которые как структурный компонент входят в разнотипные группировки высших гидромакрофитов, иногда также с участием видов харовых водорослей. Одновидовые водорослевые синузии формируют многие нитчатые зигнемовые. Особенно отчётливо они проявляются при проективном покрытии представителя этой группы в 10% и более, что позволяет считать такой вид субдоминантом группировки. Из видов нитчатых зигнемовых водорослей в числе субдоминантов таких ценозов отмечены *Zygnema leiospermum*, *Zygnema stellinum*, *Mougeotia laetevirens*, *Mougeotia genuflexa*, *Spirogyra crassa*, *Spirogyra decimina*, *Spirogyra gracilis*, *Spirogyra irregularis*, *Spirogyra maxima*, *Spirogyra mirabilis*, *Spirogyra nitida*, *Spirogyra setiformis*, *Spirogyra varians*, *Spirogyra weberi*. Проективное покрытие этих водорослей в одновидовых водорослевых синузиях составляет 10–20%.

Двух- и многовидовые водорослевые синузии имеют общее проективное покрытие от 5% до 60–80% (в среднем – около 15%). В таких синузиях число видов нитчатых

зигнемовых и других водорослей может достигать 6–8, но в среднем составляет 3 вида. В многовидовых водорослевых синузиях кроме нитчатых зигнемовых нередко участвуют также виды из родов *Vaucheria*, *Bulbochaete*, *Oedogonium*, *Batrachospermum*, *Rhizoclonium*, *Cladophora*, причём в южной части Западно-Сибирской равнины (в лесостепной и степной зонах) значение видов рода *Cladophora* (особенно *Cladophora glomerata*) заметно повышается, тогда как участие нитчатых зигнемовых снижается. В степной зоне сифонокладовый вид *Cladophora glomerata* отмечен в 62% водорослевых синузий с участием нитчатых зигнемовых. Водорослевые синузии, как и водорослевые проценозы, также представляют собой случайные сочетания видов.

Многие виды нитчатых зигнемовых водорослей были отмечены как ассектаторы в различных группировках высших водных растений. Почти 56% группировок с участием видов нитчатых зигнемовых водорослей имеет ярус гелофитов с общим проективным покрытием 10–70% (в среднем – 27%). Плейстофитный ярус из высших водных растений, имеют только 7% группировок. Общее проективное покрытие яруса варьирует в пределах 10–60% (в среднем – 17%).

Виды нитчатых зигнемовых водорослей в связи с биоформологическими особенностями в основном участвуют в сложении гидатофитного яруса. Однако в период активной вегетации и в фертильном состоянии нитчатые зигнемовые включаются также в плейстофитный ярус, частично всплывая на водную поверхность. Конкуренция нитчатых зигнемовых с высшими плейстофитами в этом случае не установлена. Гидатофитный ярус из высших гидрофильных растений имеют 59% рассмотренных группировок. Проективное покрытие

высших растений в гидатофитном ярусе достигает 10–60% (в среднем 27%).

Большинство растительных группировок с участием нитчатых зигнемовых водорослей являются проценозами (55%), в том числе 13,4% группировок являются водорослевыми проценозами. К стабильным фитоценозам, сложенным в основе высшими гидрофитами, принадлежит только 45% от числа рассмотренных группировок с участием нитчатых зигнемовых водорослей. Такие стабильные группировки имеют выраженные гелофитный и гидатофитный ярусы с умеренной и средней сомкнутостью, иногда присутствует плейстофитный ярус. Исключением служит их водорослевый компонент (водорослевые синузии или одиночные виды нитчатых зигнемовых), который представлен случайным набором видов и преимущественно факультативно входит в их состав.

В целом нитчатые зигнемовые водоросли выступают факультативной составляющей гидрофильных растительных сообществ в водных объектах Западно-Сибирской равнины. Эти водоросли на уровне сезонных синузий участвуют в сложении проценозов или входят в состав гидатофитных и плейстофитных ярусов стабильных фитоценозов. Случайный набор видов нитчатых зигнемовых в водорослевых проценозах, синузиях и в группировках с доминированием высших водных растений указывает на инвазивный тип популяций этих низших растений на территории Западно-Сибирской равнины. Виды нитчатых зигнемовых водорослей являются наиболее динамичным компонентом группировок водной макрофитной растительности Западно-Сибирской равнины.

В связи с существенными различиями площадей ботанико-географических зон и их неравномерным изучением было рассмотрено зональное распределение видов по

трём широтным участкам: северному (тундровая и лесотундровая зоны), центральному (лесная зона) и южному (лесостепная и степная зоны). За весь период исследований в северном участке было обнаружено 9 видов нитчатых зигнемовых водорослей, в центральном – 37, в южном – 27 видов. В целом отмечено, что набор видов нитчатых зигнемовых водорослей в разных участках территории исследований имеет случайный характер. Обращает внимание, что половина из всех видов, отмеченных за период исследований на Западно-Сибирской равнине, приведены для данной территории впервые, в том числе такие виды, которые ранее были известны в других районах Земли (*Zygonium ericetorum*, *Spirogyra dictyospora*, *Spirogyra hungarica*, *Spirogyra rugulosa*, *Spirogyra subcolligata*).

Случайный характер формирования этого компонента водных парциальных флор широтных участков Западно-Сибирской равнины обусловлен историей климата и многократными изменениями экологической обстановки на данной территории, а также особенностями расселения нитчатых зигнемовых водорослей. Климат Западно-Сибирской равнины в четвертичном периоде испытывал существенные колебания, связанные со сменой ледниковых и межледниковых эпох. На протяжении всего четвертичного периода в составе флоры и растительности региона происходили крупные изменения, которые ритмично повторялись в межледниковые эпохи. Кроме того, в связи со значительной динамикой климатических, гидрологических и геоморфологических процессов на этой территории отсутствуют реликтовые водные объекты, которые могли бы служить рефугиумами для видов – представителей более древних флор. В распространении видов нитчатых зигнемовых водорослей, как в целом и остальных

гидрофильных растений, первостепенное значение имеет такой природный фактор, как массовые сезонные миграции водоплавающих птиц. В отличие от переноса диаспор растений направленными речными потоками этот фактор имеет более случайный характер, что определило слабое сходство видовых составов нитчатых зигнемовых водорослей из разных ботанико-географических зон. Повышенное сходство видовых списков нитчатых зигнемовых водорослей южных ботанико-географических зон в сравнении с северными зонами указывает на основное направление (с юга на север) современного расселения видов этой группы низших растений на Западно-Сибирской равнине.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамова А.Л., Савич-Любицкая Л.И., Смирнова З.И. Определитель листостебельных мхов Арктики СССР. М. –Л.: Изд-во АН СССР. 1961. 714 с.

Агбалян Е.В., Шинкарук Е.В. Оценка зависимости концентраций тяжёлых металлов от водородного показателя в малых озёрах бассейна реки Надым // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. Географические науки. 2015. № 6. С. 457–459.

Алекин О.А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды // Жизнь пресных вод СССР. М.–Л.: Изд-во АН СССР. 1959. Т. 4. Ч. 2. С. 213–300.

Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат. 1970. 444 с.

Андреев Г.П., Горячева Г.И., Скабичевский А.П., Чернявская М.А., Чистяков Л.Д. Водоросли реки Иртыш и его бассейна // Природа поймы Оби и её хозяйственное освоение. Труды ТГУ. Томск: Изд-во ТГУ. 1963. Т. 152. С. 69–103.

Артюшков Е.В. Четвертичные оледенения и трансгрессии в Западной Сибири // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1967. № 7. С. 98–114.

Бабушкин А.Г., Московченко Д.В., Пикунов С.В. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Новосибирск: Наука. 2007. 152 с.

Баженова О.П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока. Омск: Изд-во ОмГАУ. 2005. 248 с.

Баранов И.В. Основы биопродуктивности озёр. М.: Наука. 1982. 112 с.

Баринаова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель Авив: Pilines Studio. 2006. 498 с.

Боч М.С., Мазинг В.В. Экосистемы болот СССР. Л.: Наука. 1979. 188 с.

Быков Б.А. Геоботаника. Алма-Ата: Наука КазССР. 1957. 370 с.

Быков Б.А. Введение в фитоценологию. Алма-Ата: Наука КазССР. 1970. 234 с.

Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. Л.: Наука. 1983. 248 с.

Васильева-Кралина И.И., Ремигайло П.А., Габышева В.А., Копырина Л.И., Пшенникова Е.В., Иванова А.П., Пестрякова Л.А. Водоросли. Список водорослей // Разнообразие растительного мира Якутии. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2005. С. 150–272.

Виноградов А.П. Введение в геохимию океана. М.: Наука. 1967. 308 с.

Вода. Методы определения щёлочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов // ГОСТ Р 52963-2008. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. М.: Стандартинформ. 2009. С. 362–392.

Волков И.А., Волкова В.С. Фазы обводнения внеледниковой полосы Западно-Сибирской низменности // Основные проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука. 1965. С. 227–241.

Волкова В.С. Четвертичные отложения низовьев Иртыша и их биостратиграфическая характеристика. Новосибирск: Наука. 1966. 175 с.

Воскобойников Г.М. Механизмы адаптации, регуляции роста и перспективы использования макрофитов Баренцева

моря. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Мурманск: Изд-во ММБИ. 2006. 46 с.

Воскобойников Г.М., Матишов Г.Г., Быков О.Д., Маслова Т.Г., Усов А.И. Об устойчивости морских макрофитов к нефтяному загрязнению // Доклады АН. Общая биология. 2004. Т. 397. С. 842–844.

Воскобойников Г.М., Ильинский В.В., Лопушанская Е.М., Пуговкин Д.В. О возможной роли морских макрофитов в очистке поверхности воды от нефтяного загрязнения // Нефть и газ арктического шельфа. Материалы Международной конференции. Мурманск. 2008. С. 63–68.

Голлербах М.М. Отдел харовые водоросли (Charophyta) // Жизнь растений. М.: Просвещение. 1977. Т. 3. С. 338–350.

Голлербах М.М., Красавина Л.К. Определитель пресноводных водорослей СССР. Харовые водоросли – Charophyta. Л.: Наука. 1983. Вып. 14. 190 с.

Гончаров А.А. Проблемы систематики конъюгат (Zygnematorphyseae, Streptophyta) с точки зрения молекулярно-филогенетических данных // Ботанический журнал. 2009. Т. 94. № 10. С. 1417–1438.

Гордеев В.В. Речной сток в океан и черты его геохимии. М.: Наука. 1983. 160 с.

Гордеев В.В., Лисицын А.П. Средний химический состав взвесей рек мира и питание океанов речным осадочным материалом // Доклады АН СССР. 1978. Т. 238. № 1. С. 225–228.

Гордеев В.В., Лисицын А.П. Глава 11. Микроэлементы // Океанология. Химия океана. Т. 1. М.: Наука. 1979. С. 338–375.

Гричук М.П., Волкова В.С., Букреева Г.Ф., Вотях М.Р., Левина Т.П., Полещук В.П., Стрижова А.И. История развития растительности // История развития растительности внеледниковой зоны Западно-Сибирской низменности в

позднеплиоценовое и четвертичное время. Труды Института геологии и геофизики. Вып. 92. М.: Наука. 1970. С. 312–331.

Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Тяжёлые металлы как супертоксиканты XXI века. М.: Академия. 2003. 400 с.

Дарвин Ч. Происхождение видов путём естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь. СПб.: Наука. 1991. 539 с.

Дину М.И., Моисеенко Т.И., Кремлева Т.А. Влияние процессов комплексобразования гумусовых веществ на формы миграции металлов в природных водах зон северной тайги и лесостепи Тюменской области // Вестник ТюмГУ. Экология. 2012. № 1. С. 71–79.

Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Академия. 2003. 400 с.

Дорофеюк Н.И., Цэцэгмаа Д. Конспект флоры водорослей Монголии. М.: Наука. 2002. 285 с.

Дорохова М.Ф. Почвенные водоросли как агенты рекультивации земель, нарушенных при угледобыче // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН. 1997. С. 77–86.

Ефремов А.Н., Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Евженко К.С. Перкурсария пронизанная *Percursaria percursa* (Ag.) Vogu // Красная книга Омской области. Омск: Изд-во ОмГПУ. 2015. С. 566.

Заррина Е.П., Каплянская Ф.А., Краснов И.И., Миханков Ю.М., Тарноградский В.Д. Перигляциальная формация Западно-Сибирской низменности // Материалы по четвертичной геологии и геоморфологии СССР. Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. 1961. Вып. 4. С. 54–104.

Земцов А.А. Геоморфология Западно-Сибирской равнины (северная и центральная части). Томск: Изд-во ТГУ. 1976. 344 с.

Игнатов М.С., Афонина О.М. Список мхов территории бывшего СССР // *Арктоа. Бриологический журнал*. 1992. Т.1 (1–2). С. 1–86.

Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 1. *Sphagnaceae – Hedwigiaceae*. М.: КМК. 2003. С. 1–608.

Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 2. *Fontinalaceae – Amblystegiaceae*. М.: КМК. 2004. С. 609–944.

Иоганзен Б.Г. Экология // *Экология, биогеоценология и охрана природы*. Томск: Изд-во ТГУ. 1979. С. 5–95.

Ипатов В.С., Кирикова Л.А. Фитоценология. СПб.: Изд-во СПбГУ. 1997. 316 с.

История развития растительности внеледниковой зоны Западно-Сибирской низменности в позднеплиоценовое и четвертичное время. Труды Института геологии и геофизики. Вып. 92. М.: Наука. 1970. 364 с.

Каплянская Ф.А., Тарноградский В.Д. Стратиграфия плейстоценовых отложений низовий рек Иртыша и Тобола // *Материалы по четвертичной геологии и геоморфологии*. Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. М.: Недра, 1967. Т. 145. С. 82–134.

Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. М.: Пищевая промышленность. 1975. 432 с.

Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Л.: Наука. 1981. 187 с.

Киселёв И.А. О флоре водорослей Обской губы с приложением некоторых данных о водорослях нижней Оби и Иртыша // *Водоросли и грибы Западной Сибири и Дальнего Востока*. Новосибирск: Наука. 1970. Ч. 1(3). С. 41–54.

Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений рН в водах потенциометрическим

методом. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97. М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации. 2004. 14 с.

Количественный химический анализ вод. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. М.: Люмэкс-маркетинг. 2012. 25 с.

Количественный химический анализ вод. ПНД Ф 14.1:2.253-09. М.: Люмэкс-маркетинг. 2013. 36 с.

Комаренко Л.Е., Васильева И.И. Пресноводные зелёные водоросли Якутии. М.: Наука. 1978. 284 с.

Комулайнен С.Ф. Пресноводные водоросли в Красных книгах: состояние и проблемы // Труды КарНЦ РАН. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН. 2009. № 1. Серия Биогеография. Вып. 8. С. 57–61.

Константинова Н.А., Потёмкин А.Д., Шляков Р.Н. Список печёночников и антоцеротовых территории бывшего СССР // Арктоа. Бриологический журнал. 1992. Т. 1. № 1–2. С. 87–127.

Корчагин А.А. Строение растительных сообществ // Полевая геоботаника. Л.: Наука. 1976. Т. 5. 320 с.

Крашенинников Н.М. К истории развития растительных ландшафтов Западной Сибири // Географические работы. М.: Гос. изд-во географич. литературы. 1951. С. 421–461.

Кремлева Т.А., Моисеенко Т.И., Хорошавин В.Ю., Шавнин А.А. Геохимические особенности природных вод Западной Сибири: микроэлементный состав // Вестник ТюмГУ. Экология. 2012. № 12. С. 80–89.

Кудрин В.И. Среднегодовое загрязнение открытых водных объектов ХМАО нефтью и нефтепродуктами // Информационный бюллетень «О состоянии окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа в 2001 году». Ханты-Мансийск: НПЦ Мониторинг, Управление

по охране окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа. 2002. С. 17–19.

Кузнецов С.И. Микрофлора озёр и её гидрохимическая деятельность. Л.: Наука. 1970. 440 с.

Лавренко Е.М. Основные черты развития флоры и растительности севера Евразии (Палеарктики) в четвертичное время // Проблемы палеогеографии четвертичного периода. Труды института географии. 1946. Т. 37. С. 330–348.

Лазуков Г.И. О генетической и возрастной трактовке отложений самаровского оледенения Западной Сибири // Вестник МГУ. Серия География. 1971. № 5. С. 47–55.

Лезин В.П. Озёра Центрального Казахстана. Алма-Ата: Наука. 1982. 188 с.

Лукницкая А.Ф. Конспект флоры конъюгат (*Streptophyta*, *Zygnematomphyceae*) севера России // Новости систематики низших растений. СПб.: КМК. 2006. Т. 40. С. 49–82.

Мартынова М.В. Азот и фосфор в донных отложениях озёр и водохранилищ. М.: Наука. 1984. 160 с.

Мионов О.Г., Цымбал И.М. Развитие водорослей макрофитов в условиях нефтяного загрязнения // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1975. № 5. С. 53–56.

Московченко Д.В. Геохимия ландшафтов севера Западно-Сибирской равнины: структурно-функциональная организация вещества геосистем и проблемы экодиагностики // Автореф. дисс. ...доктора географич. наук. СПб. 2010. 33 с.

Московченко Д.В., Пуртов В.А., Завьялова И.В. Гидрохимическая характеристика водосборных бассейнов Ханты-Мансийского автономного округа // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2007. № 8. С. 141–148.

Мусатов А.П., Эйно́р Л.О., Эльни́кер Л.И. Качество воды в водохранилищах // Водохранилища мира. М.: Наука. 1979. С. 181–205.

Нечаева Е.Г. Ландшафтно-геохимический анализ динамики таёжных геосистем. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН. 1985. 210 с.

Нечаева Е.Г. Эволюция равнинно-таёжных геосистем Западной Сибири // География и природные ресурсы. 2009. № 2. С. 18–25.

Никаноров А.М. Гидрохимия. СПб.: Гидрометеоздат. 2001. 444 с.

Никитин В.П. Четвертичные флоры Западной Сибири (семена и плоды) // История развития растительности внеледниковой зоны Западно-Сибирской низменности в позднеплиоценовое и четвертичное время. Труды Института геологии и геофизики. Вып. 92. М.: Наука. 1970. С. 245–311.

Окуловская А.Г., Свириденко Б.Ф. Зигнемовые водоросли (*Zygnematales*) северных районов Западно-Сибирской равнины // Фундаментальные и прикладные аспекты современной биологии. Труды ТГУ. Серия биологическая. Первая Всероссийская молодёжная конференция, посвященная 125-летию биологических исследований в ТГУ (г. Томск, 6–9 октября 2010 г.). Томск: Изд-во ТГУ. 2010. С. 64–66.

Окуловская А.Г., Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф. Наблюдение фототаксиса *Spirogyra majuscula* (*Zygnematales*) // Современные проблемы биологических исследований в Западной Сибири и на сопредельных территориях. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 15-летию биологического факультета СурГУ (г. Сургут, 2–4 июня 2011 г.). Сургут: Таймер. 2011. С. 216–219.

Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Советская наука. 1951. Вып. 1. 199 с.; М.–Л.: АН СССР. 1959. Вып. 8. 231 с.; 1980. Вып. 13. 248 с.; Л.: Наука. 1982. Вып. 11(2). 620 с.; 1983. Вып. 14. 190 с.; 1986. Вып. 10(1). 360 с.

Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа. 1975. 342 с.

Попова Т.Г. Основные черты распределения и состава водорослевого населения озёр Чаны и Яркуль в период многоводья 1947–1948 гг. // Водоросли, грибы и лишайники юга Сибири. М.: Наука. 1980. С. 3–45.

Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // Официальный интернет-портал правовой информации «www.pravo.gov.ru» 16 января 2017 г.

Прохорова С.А. Действие нефтепродуктов на фотосинтез бурой водоросли *Fucus vesiculosus* L. // Биологические науки. 1982. № 6. С. 63–72.

Работнов Т.А. Фитоценология. М.: Изд-во МГУ. 1983. 292 с.

Раменский Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука. 1971. 334 с.

Рундина Л.А. Зигнемовые водоросли России (Chlorophyta: Zygnematomphyceae, Zygnematales). СПб.: Наука. 1998. 251 с.

Рундина Л.А. Спирогира связанная *Spirogyra colligata* Hodgetts (Chlorophyta, Spirogyraceae) // Красная книга природы Ленинградской области. СПб.: Мир и Семья. 2000. С. 410–411.

Савич-Любицкая Л.И., Смирнова З.Н. Определитель сфагновых мхов СССР. Л.: Наука. 1968. 112 с.

Савич-Любицкая Л.И., Смирнова З.Н. Определитель листостебельных мхов СССР. Верхоплодные мхи. Л.: Наука. 1970. 824 с.

Сафонова Т.А. Водоросли водоёмов поймы нижнего течения р. Оби и прилегающих районов лесотундры. 1961. URL: <http://volimo.ru/books/item/f00/s00/z0000005/st017.shtml>.

Сборник методик выполнения измерений. М.: Аквилон. 2012. 539 с.

Свириденко Б.Ф. Флора и растительность водоёмов Северного Казахстана. Омск: Изд-во ОмГПУ. 2000. 196 с.

Свириденко Б.Ф. Фитогеографические особенности водной макрофитной флоры природных парков Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Современное состояние и перспектива развития сети особо охраняемых природных территорий в промышленно развитых регионах. Материалы Межрегиональной конференции, посвящённой 20-летию природного парка «Нумто» (г. Белоярский, 23 марта 2017 г.). Екатеринбург: Ассорти; Нижневартовск: Изд-во НВГУ. 2017. С. 71–79.

Свириденко Б.Ф., Евженко К.С., Ефремов А.Н., Токарь О.Е., Свириденко Т.В., Окуловская А.Г. Широтно-зональное распределение зигнемовых водорослей (*Zygnematales*) на Западно-Сибирской равнине // Вестник СПбГУ. 2012 а. Сер. 3. Вып. 4. С. 38–49.

Свириденко Б.Ф., Евженко К.С., Ефремов А.Н., Токарь О.Е., Свириденко Т.В., Окуловская А.Г. Семейство *Spirogyraceae* (*Zygnematales*) на Западно-Сибирской равнине // Экологический мониторинг и биоразнообразие. Материалы IV Международной научно-практической конференции (г. Ишим, 8–19 апреля 2012 г.). Ишим: Изд-во ИГПИ. 2012 б. С. 44–57.

Свириденко Б.Ф., Евженко К.С., Ефремов А.Н., Токарь О.Е., Свириденко Т.В., Окуловская А.Г. Зигнемовые водоросли (*Zygnematales*) в растительных группировках водных объектов Западно-Сибирской равнины // Биогеоценология и ландшафтная экология: итоги и перспективы. Материалы IV Международной конференции, посвящённой памяти Ю.А. Львова (г. Томск, 28–30 ноября 2012 г.). Томск: Изд-во ТГУ. 2012 в. С. 283–287.

Свириденко Б.Ф., Евженко К.С., Ефремов А.Н., Токарь О.Е., Свириденко Т.В., Окуловская А.Г. Зигнемовые водоросли (*Zygnematales*) в водных объектах Западно-Сибирской равнины (видовой состав и фитоценологическое значение) // Современная ботаника в России. Труды XIII Съезда Русского ботанического общества и конференции «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна» (г. Тольятти, 16–22 сентября 2013 г.). Тольятти: Кассандра. 2013 а. Т. 1. С. 126–127.

Свириденко Б.Ф., Евженко К.С., Ефремов А.Н., Свириденко Т.В. Зигнемовые водоросли (*Zygnematales*) Омской области // Интеграция ботанических исследований и образования: традиции и перспективы. Труды Международной научно-практической конференции, посвящённой 125-летию кафедры ботаники (г. Томск, 12–15 ноября 2013 г.). Томск: Изд-во ТГУ. 2013 б. С. 186–193.

Свириденко Б.Ф., Евженко К.С., Ефремов А.Н., Токарь О.Е., Свириденко Т.В., Окуловская А.Г. Фитоценологическое значение зигнемовых водорослей (*Zygnematales*) на Западно-Сибирской равнине // Вестник ТГУ. 2013 в. Вып. 8 (136). С. 35–42.

Свириденко Б.Ф., Ефремов А.Н., Свириденко Т.В. Новые для альгофлоры Республики Саха (Якутия) виды рода *Spirogyra*

(*Zygnematales*) // Вестник СВФУ им. М.К. Аммосова. 2013 г. Т. 10. № 3. С. 17–22.

Свириденко Б.Ф., Мамонтов Ю.С., Свириденко Т.В. Использование гидромакрофитов в комплексной оценке экологического состояния водных объектов Западно-Сибирской равнины. Омск: Амфора. 2011 а. 231 с.

Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Кравченко И.В., Свириденко Т.В., Башкатова Ю.В., Булатова Е.В. Изучение экологии гидромакрофитов для целей фитоиндикации состояния водных объектов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Вестник СурГУ. Биологические и технические науки. Сургут: ИЦ СурГУ. 2014 а. № 2 (4). С. 55–61.

Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Свириденко Т.В. Результаты гидрохимического и гидробиологического изучения водных объектов участка бассейна реки Казым в природном парке «Нумто» // Вестник НВГУ. 2017 а. № 1. С. 13–26.

Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Свириденко Т.В. Флора и растительность озёр в лесо-болотных экотонах (природный парк Нумто) // Актуальные проблемы биологии и экологии. Материалы Международной заочной научно-практической конференции (г. Грозный, 4 мая 2017 г.). Махачкала: АЛЕФ. 2017 б. С. 105–113.

Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Свириденко Т.В., Ефремов А.Н. Толерантность гидромакрофитов к активной реакции, минерализации и жёсткости воды в природных и техногенных водных объектах Западно-Сибирской равнины // Вестник НВГУ. Биологические науки. 2016. № 2. С. 8–17.

Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Свириденко Т.В., Ефремов А.Н. Содержание нефтяных углеводородов в экотопах гидромакрофитов Западно-Сибирской равнины (Тюменская и

Омская области) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2017 в. № 1. С. 25–30.

Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Свириденко Т.В., Ефремов А.Н., Токарь О.Е. Содержание тяжёлых металлов в экотопах гидромакрофитов Западно-Сибирской равнины // Вестник СурГУ. Биологические науки. 2017 г. № 4 (18). С. 71–80.

Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Свириденко Т.В., Ефремов А.Н., Токарь О.Е. Содержание железа в воде экотопов гидромакрофитов Западно-Сибирской равнины (Тюменская и Омская области) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2018 а. № 1. С. 56–61.

Свириденко Б.Ф., Окуловская А.Г. Материалы по флоре и экологии зигнемовых водорослей (*Zygnematales*) водных объектов в бассейнах рек Пур и Таз (Ямало-Ненецкий автономный округ) // Проблемы экологии. Чтения памяти профессора М.М. Кожова. Тезисы докладов Международной научной конференции и Международной школы для молодых учёных (г. Иркутск, 20–25 сентября 2010 г.). Иркутск: Изд-во ИГУ. 2010. С. 300.

Свириденко Б.Ф., Окуловская А.Г., Свириденко Т.В. Зигнемовые водоросли (*Zygnematales*) рекреационного водохранилища Сайма в городе Сургут // Урбоэко системы: проблемы и перспективы. Материалы V Международной научно-практической конференции (г. Ишим, 25–26 марта 2010 г.). Ишим: Изд-во ИГПИ. 2010 а. Вып. 5. С 253–256.

Свириденко Б.Ф., Окуловская А.Г., Свириденко Т.В. Материалы по зигнемовым водорослям (*Zygnematales*) Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области // Гидробиотаника 2010. Материалы I (VII) Международной

конференции по водным макрофитам (п. Борок, 9–13 октября 2010 г.). Ярославль: Принт-Хаус. 2010 б. С. 267–270.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В. Харовые водоросли (Charophyta) Северного Казахстана // Ботанический журнал. 1990. Т. 75. № 4. С. 564–570.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В. Фототрофный компонент экосистемы водохранилища на реке Сайма (г. Сургут) // Северный регион: наука, образование, культура. Сургут: Изд-во СурГУ. 2008 а. № 2 (18). С. 89–99.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В. Оценка экологического состояния водохранилища на р. Сайма (г. Сургут) на основе изучения продуцентов первичного органического вещества // Экологический вестник Югории. Самара: Офорт. 2008 б. Т. V. № 4. С. 24–34.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В. Макроскопические водоросли Западно-Сибирской равнины: учебное пособие. Сургут: ИЦ СурГУ. 2010. 92 с.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В. Фитоиндикация трофо-сапробного состояния водных объектов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Вестник СурГУ. Биологические и технические науки. Сургут: ИЦ СурГУ. 2014. № 2(4). С. 62–73.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В. Флора и растительность водных объектов участка бассейна реки Казым в природном парке «Нумто» (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) // Современное состояние и перспектива развития сети особо охраняемых природных территорий в промышленно развитых регионах. Материалы Межрегиональной конференции, посвященной 20-летию природного парка «Нумто» (г. Белоярский, 23 марта 2017 г.). Екатеринбург: Ассорти; Нижневартовск: Изд-во НВГУ. 2017. С. 88–93.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Евженко К.С. Первая находка зигнемовой водоросли *Spirogyra subcolligata* Vi (Spirogyraceae, Zygnematales) в России // Биология внутренних вод. 2015 а. № 3. С. 14–17.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Евженко К.С., Ефремов А.Н. Видовой состав и распространение зигнемовых водорослей (*Zygnematales*) на Западно-Сибирской равнине // Ботанический журнал. 2014 б. Т. 99. № 11. С. 1224–1237.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Евженко К.С., Ефремов А.Н. Находка *Vaucheria aversa* (Vaucheriales, Xanthophyta) на Западно-Сибирской равнине // Вестник СПбГУ. 2015 д. Сер. 3. Биология. Вып. 1. С. 66–69.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Евженко К.С., Ефремов А.Н., Токарь О.Е., Окуловская А.Г. Род *Vaucheria* (Xanthophyta) на Западно-Сибирской равнине // Ботанический журнал. 2013 и. Т. 98. № 12. С. 1488–1498.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Ефремов А.Н., Евженко К.С. Вошерия отвёрнутая *Vaucheria aversa* Nass. // Красная книга Омской области. Омск: Изд-во ОмГПУ. 2015 ж. С. 569.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Ефремов А.Н., Токарь О.Е., Евженко К.С. Редкие виды макроскопических водорослей Западно-Сибирской равнины // Гидророботаника 2015. Материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием по водным макрофитам (п. Борок, 16–20 октября 2015 г.). Ярославль: Филигрань. 2015 б. С. 41–45.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Ефремов А.Н., Самойленко З.А., Гулакова Н.М., Моисеева Е.А. Новые местонахождения зигнемовых водорослей (*Zygnematales*, Chlorophyta) на Западно-Сибирской равнине // Современные проблемы ботаники, микробиологии и природопользования в

Западной Сибири и на сопредельных территориях. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвящённой 10-летию создания кафедры ботаники и экологии растений и кафедры микробиологии СурГУ (г. Сургут, 28–29 мая 2015 г.). Сургут: ИЦ СурГУ. 2015 в. С. 83–88.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Ефремов А.Н., Окуловская А.Г. Макроскопические водоросли в гидроэкосистемах северных районов Западно-Сибирской равнины // Биоразнообразии экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана. Материалы II Всероссийской научной конференции (г. Сыктывкар, 3–7 июня 2013 г.). Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УРО РАН. 2013 з. С. 251–253. URL: <http://ib.komisc.ru/add/conf/tundra/>

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Мамонтов Ю.С. Экологические таблицы для целей фитоиндикации состояния водных объектов при инженерно-экологических изысканиях на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Северный регион: наука, образование, культура. Сургут: Изд-во СурГУ. 2013 д. № 1. С. 40–70.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Мурашко Ю.А. Находка *Chaetophora incrassata* (Hudson) Hazen (Chlorophyta) на Западно-Сибирской равнине // Вестник СурГУ. Биологические науки. 2016. Вып. 3. С. 20–28.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Мурашко Ю.А. Экология и ценотическое значение *Zygonium ericetorum* (Zygnemataceae, Zygnematales) в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре // Вестник СурГУ. Биологические науки. 2017 д. № 4(18). С. 81–96.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Мурашко Ю.А. Распространение, экология и ценотические связи полушника

щетилистого *Isoëtes setacea* в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре // Вестник НВГУ. 2018. № 3. С. 18–26.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Мурашко Ю.А., Булатова Е.В. Находка зелёной водоросли *Percursaria percursa* (Ag.) Borg (Ulvaceae, Chlorophyta) на юге Западно-Сибирской равнины // Известия ИГУ. Серия «Биология. Экология». 2015 г. Т. 11. С. 22–31.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Мурашко Ю.А., Ефремов А.Н., Токарь О.Е. Новые данные о местонахождениях и экологии зигнемовых водорослей (*Zygnematales*) Тюменской, Курганской, Омской и Новосибирской областей // Ботаника в современном мире. Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современной мире». Махачкала: АЛЕФ. 2018 г. Т. 3. С. 60–63.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Мурашко Ю.А., Кравченко И.В. Содержание тяжёлых металлов и нефтепродуктов в экотопах гидромакрофитов лесной и лесостепной зон Западно-Сибирской равнины // Вестник СурГУ. Биологические науки. 2015 г. Вып. 3 (9). С. 53–60.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Окуловская А.Г. Материалы по зигнемовым водорослям (*Zygnematales*) северных районов Западно-Сибирской равнины (Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа) // Сборник научных трудов биологического факультета. Сургут: ИЦ СурГУ. 2010 г. Вып. 7. С. 10–20.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Окуловская А.Г. Находки фертильных зигнемовых водорослей (*Zygnematales*) в северных районах Западно-Сибирской равнины (Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа) // Проблемы изучения растительного покрова Сибири. Материалы IV Международной научной конференции, посвящённой 125-

летию Гербария им. П.Н. Крылова ТГУ и 160-летию со дня рождения П.Н. Крылова (г. Томск, 1–3 ноября 2010 г.). Томск: Изд-во ТГУ. 2010 г. С. 308–310.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Окуловская А.Г. Макроскопические водоросли Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и проблема их охраны // Сборник трудов биологического факультета. Сургут: ИЦ СурГУ. 2011 б. Вып. 8. С. 25–37.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Окуловская О.Г. Изучение и охрана макроскопических водорослей Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Биологическое разнообразие растительного мира Урала и сопредельных территорий. Материалы Всероссийской конференции с международным участием (г. Екатеринбург, 28 мая – 1 июня 2012 г.). Екатеринбург: Гощицкий. 2012 г. С 302–303.

Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Токарь О.Е., Евженко К.С., Ефремов А.Н., Окуловская А.Г. Макроскопические водоросли в гидроэкосистемах Западно-Сибирской равнины // Известия ОРО Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество». 135 лет Омского регионального отделения РГО в 300-летней истории г. Омска. Омск: Амфора. 2012 д. Выпуск (12) 21. С. 62–70.

Свириденко Б.Ф., Убаськин А.В., Свириденко Т.В. Водная макрофитная растительность водохранилища – охладителя Экибастузской ГРЭС-2 // Сборник трудов биологического факультета. Сургут: ИЦ СурГУ. 2013 е. Вып. 9. С. 17–36.

Свириденко Б.Ф., Убаськин А.В., Свириденко Т.В. Макроскопические водоросли в экосистеме водохранилища-охладителя Экибастузской ГРЭС-2 // Изучение ботанического разнообразия Казахстана на современном этапе. Материалы

Международной научной конференции, посвящённой юбилейным датам выдающихся учёных-ботаников (г. Алматы, 6–7 июня 2013 г.). Алматы: LEM. 2013 ж. С. 170–173.

Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф. Особенности начальной стадии развития фототрофного компонента экосистемы водохранилища в урбанизированной среде (на примере водохранилища Сайма в г. Сургут Ханты-Мансийского автономного округа) // Урбэкоисистемы: Проблемы и перспективы. Материалы IV Международной научно-практической конференции (г. Ишим, 19–20 марта 2009 г.). Ишим: Тюменский издательский дом. 2009. С. 37–41.

Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф. Фитобиота модельного нефтезагрязнённого водоёма (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) // Современные проблемы ботаники, микробиологии и природопользования в Западной Сибири. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвящённой 10-летию создания кафедры ботаники и экологии растений и кафедры микробиологии СурГУ (г. Сургут, 28–29 мая 2015 г.). Сургут: ИЦ СурГУ. 2015. С. 181–183.

Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф. Харовые водоросли (Charophyta) Западно-Сибирской равнины. Омск: Амфора. 2016. 247 с; Изд. 2-е. Сургут: Печатный мир г. Сургут. 2017. 216 с.

Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф., Ефремов А.Н., Евженко К.С. Спирогира полусвязанная *Spirogyra subcolligata* Vi // Красная книга Омской области. Омск: Изд-во ОмГПУ. 2015. С. 565.

Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф., Ефремов А.Н., Мурашко Ю.А. Первые находки *Spirogyra daedalea*, *S. dictyospora*, *S. rugulosa* (Zygnematales) на Западно-Сибирской равнине // Вестник СПбГУ. 2016 а. Сер. 3. Биология. Вып. 2. С. 100–106.

Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Котельная Я.И. Первая находка *Nitella syncarpa* (Thuiller) Chevallier (*Nitellaceae*, *Charophyta*) на Западно-Сибирской равнине // Вестник ТюмГУ. Экология и природопользование. 2016 б. Т. 2. № 1. С. 61–69.

Семёнов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеоиздат. 1977. 541с.

Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ. 1998. 376 с.

Солодовников А.Ю. Экологическое состояние атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв лесостепи Тюменской области (на примере Бердюжского района) // Вестник ТюмГУ. Экология и природопользование. 2015. Т. 1. № 1 (1). С. 55–64.

Соломонова Е.А., Остроумов С.А. Оценка допустимых нагрузок загрязняющих веществ на макрофиты в водной среде с использованием метода рекуррентных добавок // Водное хозяйство России. 2015. № 2. С. 88–101.

Справочник по гидрохимии / Под ред. А.М. Никанорова. Л.: Гидрометеоиздат. 1989. 392 с.

Справочник химика. Т. 5. Сырьё и продукты промышленности неорганических веществ. Процессы и аппараты. Коррозия. Гальванотехника. Химические источники тока / Под ред. Б.П. Никольского. М.–Л.: Химия. 1966. 976 с.

Степаньян О.В., Воскобойников Г.М. Влияние нефти и нефтепродуктов на морфофункциональные особенности морских макроводорослей // Биология моря. 2006. Т. 32. № 4. С. 241–248.

Стрелков С.А., Сакс В.Н., Архипов С.А., Волкова В.С. Проблема четвертичных оледенений Сибири // Основные

проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука. 1965. С. 188–205.

Толмачёв А.И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во ЛГУ. 1974. 244 с.

Трасс Х.Х. Геоботаника: история и тенденции развития. Л.: Наука. 1976. 252 с.

Триполитова Т.К. Материалы к флоре споровых растений Алтая и Томской губернии. II. Водоросли // Известия ТГУ. Томск: Красное Знамя. 1928. Т. 79. № 4. С. 271–325.

Тумайкина Ю.А., Туровская О.В., Игнатов В.В. Деструкция углеводов и их производных растительно-микробной ассоциацией на основе элодеи канадской // Прикладная биохимия и микробиология. 2008. Т. 44. № 4. С. 422–429.

Уварова В.И. Характеристика качества поверхностных и грунтовых вод на территории природного парка «Кондинские озёра» // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2008. № 9. С. 203–212.

Уварова В.И. Характеристика качества поверхностных и грунтовых вод на территории природного парка «Кондинские озёра» // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2009. № 9. С. 203–212.

Уварова В.И. Гидрохимическая характеристика водотоков Нижней Оби // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2011. № 11. С. 132–142.

Уварова В.И. Оценка качества воды р. Пур // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2012. № 12. С. 143–149.

Флора Сибири. Новосибирск: Наука. 1988–2003. ТТ. 1–14.

Форш Т.Б. Гидрохимическая характеристика озёр Северного Казахстана в связи с особенностями их

существования // Озёра полуаридной зоны. М.–Л.: Наука. 1963. С. 75–117.

Форш Т.Б. Гидрохимическая характеристика озёр семиаридных областей СССР // Озёра семиаридной зоны СССР. Л.: Наука. 1970. С. 36–48.

Хорошавин В.Ю., Ефименко М.Г. Исследование естественных процессов формирования химического состава поверхностных вод с целью оценки критических антропогенных нагрузок и устойчивости водных экосистем таёжной зоны Западной Сибири // Вестник ТюмГУ. Экология. 2014. № 12. С. 33–44.

Цветность поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений фотометрическим и визуальным методами. РД 52.24.497-2005 2008 // Экологические ведомости. 2008. № 7. С. 25–37.

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и Семья. 1995. 992 с.

Aigner S., Remias D., Karsten U., Holzinger A. Unusual phenolic compounds contribute to ecophysiological performance in the purple-colored green alga *Zygonium ericetorum* (Zygnematophyceae, Streptophyta) from a high-alpine habitat // Journal of Phycology. 2013. No 49. P. 648–660.

Arbab A., Zahir S., Altaf H., Izhar S., Nasrullah A., Murtaza A., Aqleem A. Removal of heavy metals (Cr, Cd, Ni and Pb) using fresh water algae (*Ulothrix tenuissima*, *Oscillatoria tenuis* and *Zygonium ericetorum*) from contaminated water // Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 2015. Vol. 6. No 5. P. 358–366.

Baykal Ö.T., Azikgös E.I., Udon U.A., Akbulut A., Yuldiz K., Sen B. New records for the freshwater algae of Turkey (Tigris Basin) // *Tübitak. Turkish Journal of Botany*. 2012. Vol. 36. P. 747–760.

Bettighofer W. Die Schwestergruppe der Landpflanzen // *Erschienen im Mikrokosmos*. 2013. No 102. S. 97–104.

Bi L. New Zygnemataceous algae from Henan Province // *Oceanologica Limnologica Sinica*. 1979. No 10. P. 354–361.

Blackman F.F., Tansley A.G. A revision of the classification of the green algae // *New Phytologist*. 1902. No 1. P. 17–24.

Braun A., Nordstedt O. Fragmente einer Monographie der Characeen. Berlin: Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften. 1882. 211 S.

Bremer K. Summary of green plant phylogeny and classification // *Cladistics*. 1985. Vol. 1. No 4. P. 369–385.

Bremer K., Humphries C.J., Mishler B.D., Churchill S.P. On cladistic relationships in green plants // *Taxon*. 1987. Vol. 36. No 22. P. 339–349.

Brown R.M., Bold H.C. Phycological studies. 5. Comparative studies of the algal genera *Tetracystis* and *Chlorococcum* // *Univ. Texas Publ.* 1964. No 6417. P. 1–213.

Collins F.S. The green algae of North America // *Tufts College Studies*. 1909. Vol. 2. No 3. P. 79–480.

Corillion R. Les Charophyceés de France et d'Europe occidentale // *Bulletin de la Societe Scientifique de Bretagne*. 1957. No 32. 499 p.

Czurda V. Zygnematales // *Süßwasser-Flora Mitteleuropas*. H. 9. 2 Aufl. Jena. 1932. 232 S.

Damska I. Charophyta – Ramienice // *Flora słodkowodna Polski*. T. 13. Warszawa: Polska Akademia Nauk, Instytut Botaniki. 1964. 126 p.

Day S.A., Wickham R.P., Entwisle T.J., Tyler P.A. Bibliographic check-list of non-marine algae in Australia // Flora of Australia. Supplementary Series. 1995. No 4. P. 1–276.

De Bary A. Untersuchungen über die Familie der Conjugaten (Zygnemeen und Desmidiaceen). Leipzig. 1858. 91 S.

Freitas L.C., Loverde-Oliveira S.M. Checklist of green algae (Chlorophyta) for the state of Mato Grosso, Central Brazil // Check List. 2013. No 9. P. 1471–1483.

Gerrath J.F. Conjugating green algae and desmids // Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification. New York: Academic Press, Elsevier Science. 2003. P. 253–381.

Groves J., Bullock-Webster G.R. British Charophyta. London: Ray Society. Vol. 1. 1920. 270 p. Vol. 2. 1924. 129 p.

Guiry M.D. Taxonomy and nomenclature of the Conjugatophyceae (= Zygnematophyceae) // Algae. 2013. No 28(1). P. 1–29.

Hall J.D., McCourt R.M. Conjugating green algae including desmids // Freshwater algae of North America. Ecology and classification. Amsterdam; Boston; Heidelberg; London; New York; Oxford; Paris; San Diego; San Francisco; Singapore; Sydney; Tokyo: Academic Press is an imprint of Elsevier. 2015. P. 429–454.

Herburger K., Remias D., Holzinger A. *Zygonium ericetorum* (Zygnematophyceae, Streptophyta) is well adapted to iron and aluminum rich habitats: Photosynthetic performance of strains from Scotland and Austria // 21st Meeting Austrian Society of Plant Biology. 2016. P. 24.

Holzinger A., Tschalkner A., Remias D. Cytoarchitecture of the desiccation-tolerant green alga *Zygonium ericetorum* // Protoplasma. 2010. No 243. P. 15–24.

Holzinger A., Stancheva R., Hall J.D. Phylogenetic position and aplanospore formation in the green alga *Zygonium ericetorum*

(Zygnematophyceae) collected in a high alpine habitat // 15th scientific conference of the phycology section of the German Botanical Society 23–26 February 2014. Stralsund. Universität Rostock. 2014. P. 41.

Hodgetts W.J. A new species of *Spirogyra* // Annals of Botany. 1920. No 34. P. 519–524.

Hoshaw R.W., McCourt R.M. Phycological Reviews 10: The Zygnemataceae (Chlorophyta): a twenty-year update of research // Phycologia. 1988. No 27. P. 511–548.

Iwanoff L. Ueber neue Arten von Algen und Flagellaten (*Stigeoclonium*, *Vaucheria*, *Spirogyra*, *Gonyostomum*), welche an der biologischen Station zu Bologoje gefunden worden sind // Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou. 1900. Série 2(13). S. 423–449.

Jeffrey C. The origin and differentiation of the Archegoniate land plants: A second contribution // Kew Bulletin. 1967. No 21. P. 335–349.

Yeh P., Gibor A. Growth patterns and motility of *Spirogyra* sp. and *Closterium acerosum* // Journal of Phycology. Vol. 6:44. 1970. P. 8.

Kadlubowska J.Z. *Spirogyra silesiaca* sp. n. // Fragmenta Floristica Geobotanica. 1967. No 13. P. 163–164.

Kadlubowska J.Z. Budowa sciany komórkowej *Spirogyra colligata* Hodgetts (1920) oraz zmiana diagnozy tego gatunku // Fragmenta Floristica Geobotanica. 1969. No 15. P. 255–257.

Kadlubowska J.Z. Zygnemataceae. Flora słodkowodna Polski. Krakow: Polska Akademia Nauk Instytut Botaniki. 1972. T. 12. 431 S.

Kadlubowska J.Z. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Chlorophyta, VIII. Conjugatophyceae, I: Zygnemales. Stuttgart; New York: Gustav Fischer Verlag. 1984. Bd. 16. 532 S.

Kenrick P., Crane P.R. The origin and early diversification of land plants: A cladistic study. Washington: Smithsonian institution press. 1997. 441 p.

Kim G.H., Yoon M., Klotchkova T.A. A moving mat: phototaxis in the filamentous green algae *Spirogyra* (Chlorophyta, Zygnemataceae) // Journal of Phycology. 2005. No 41 (2). P. 232–237.

Kim J.-H., Boo S.M., Kim Y.H. Morphology and plastid psbA phylogeny of *Zygnema* (Zygnemataceae, Chlorophyta) from Korea: *Z. insigne* and *Z. leiospermum* // Algae. 2012. No 27(4). P. 225–234.

Kleeberg A. Zygnematalean green algae (Streptophyta, Zygnematales) in lakes impacted by acidic precipitation, experimental acidification, and acid mine drainage // Acidic Pit lakes, environmental science and engineering. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. 2013. P. 159–172.

Kleeberg A., Schubert H., Koschorreck M., Nixdorf B. Abundance and primary production of filamentous green algae *Zygonium ericetorum* in an extremely acid (pH 2.9) mining lake and its impact on alkalinity generation // Freshwater Biology. 2006. Vol. 51. P. 925–937.

Kolkwitz R., Krieger H. Zygnemales // L. Rabenhorst. Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Leipzig: Becker und Erler. Bd. 13. 1941. S. 1–294. 1944. S. 295–499.

Koschorreck M. Benthic primary production // Acidic Pit Lakes, Environmental Science and Engineering. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag. 2013. P. 172–176.

Kützing F.T. Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange. Leipzig: F.A. Brockhaus. 1843. 458 S.

Langer A. Über die Kriechen der *Spirogyra nitida* Fäden // Folia Cryptogamica. 1930. Vol. 1:676. S. 82.

Lewis L.A., McCourt R.M. Green algae and the origin of land plants // *American Journal of Botany*. 2004. No 91(10). P. 1535–1556.

Lynn R., Brock T.D. Notes on the ecology of a species of *Zygonium* (Kütz) in Yellowstone National Park // *Journal of Phycology*. 1969. No 5. P. 181–185.

Mattox K.R., Stewart K.D. Classification of the green algae: a concept based on comparative cytology // *The Systematics of the Green Algae*. London: Academic Press. 1984. P. 29–72.

Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roslinnych Polski. Warszawa: PWN. 2007. 537 S.

McCourt R.M., Karol K.G., Kaplan S., Hoshaw R.W. Using rbcL sequences to test hypotheses of chloroplast and thallus evolution in conjugating green algae (Zygnematales, Charophyceae) // *Journal of Phycology*. 1995. Vol. 31. Issue 6. P. 989–995.

Migula W. Die Characeen // Rabenhorst's Kryptogamen-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Bd. 5. Leipzig: Verlag E. Kummer. 1897. 765 S.

Migula W. Die Charophyta (Charales) // Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 11. Heterokontae, Phaeophyta, Rhodophyta, Charophyta. Jena: Gustav Fischer Verlag. 1925. S. 207–250.

Mrozinska T. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 14: Chlorophyta VI: Oedogoniophyceae: Oedogoniales. Spektrum Akademischer Verlag. 1999. 624 S.

Olsen S. Danish Charophyta. Chorological, ecological and biological investigations. København: I Kommission Hos Ejnar Munksgaard. 1944. 244 p.

Pal B.P., Kundu B.C., Sundaraligam V.S., Venkataraman G.S. Charophyta. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research. 1962. 130 p.

Palla E. Über eine neue pyrenoidlose Art und Gattungen der Conjugaten // Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. 1894. No 12. P. 228–236.

Pichrtová M. Stress resistance of polar hydro-terrestrial algae *Zygnema* spp. (Zygnematophyceae, Streptophyta). Prague. 2014. 146 p.

Pringsheim E.G. Algenreinkulturen, ihre Herstellung und Erhaltung. Jena: Gustav Fischer Verlag. 1954. 108 S.

Rieth A. Jochalgen (Konjugaten) Rosmos. Stuttgart. 1961. 87 S.

Rieth A. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Xanthophyceae. Bd. 4. P. 2. Stuttgart, New York: Spektrum Akademischer Verlag. 1980. 147 S.

Silva P.C. Names of classes and families of living algae: with special reference to their use in the Index Nominum Genericorum (Plantarum) // Regnum Vegetabile. 1980. No 103. P. 1–156.

Skinner S. Some silkweeds (Zygnemataceae, Zygnemales, Charophyceae) from the Upper Murrumbidgee River catchment // Telopea. Journal Plant Systematics. 2015. Vol. 18. P. 273–295.

Skinner S., Entwisle T.J. A colligate *Spirogyra* (Zygnemataceae, Zygnematophyceae) in Australia // Telopea. Journal Plant Systematics. 2005. Vol. 11. Part 1. P. 87–89.

Stancheva R., Sheath R.G., Hall J.D. Systematics of the genus *Zygnema* (Zygnematophyceae, Charophyta) from Californian watersheds // Journal of Phycology. 2012. No 48. P. 409–422.

Stancheva R., Herburger K., Sheath R.G., Holzinger A. Conjugation morphology of *Zygonium ericetorum* (Zygnematophyceae, Charophyta) from a high alpine habitat // Journal of Phycology. 2016. No 52(1). P. 131–134.

Sviridenko B.F., Sviridenko T.V., Evzhenko K.S. Discovery of *Spirogyra subcolligata* Bi (Spirogyraceae, Zygnematales) in Russia // Inland Water Biology. 2015. Vol. 8. No 3. P. 218–221.

Tanaka K., Kitazawa S., Sasaki T., Ooshima N., Yamada T. Studies on the growth and development in *Spirogyra*. VI. Phototropic response of *Spirogyra* filaments // Planta. 1986. Vol. 167. P. 19–25.

Tiffany L.H., Britton M.E. The algae of Illinois. Chicago. 1952. 421 p.

Transeau E.N. The Genus *Zygonium* // Ohio Journal of Science. 1933. Vol. 33. Issue 3. P. 156–162.

Transeau E.N. The Zygnemataceae (fresh-water conjugate algae). Columbus: The Ohio State University Press. 1951. 327 p.

Turner M.A., Howell E.T., Robinson G.G.C., Brewster J.F., Sigurdson L.J., Findlay D.L. Growth characteristics of bloom-forming filamentous green algae in the littoral zone of an experimentally acidified lake // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1995. No 52. P. 2251–2263.

West G.S. A treatise on the British freshwater algae // Cambridge Biological Series. 1904. 372 p.

West G.S., Fritsch F.E. A treatise on the British freshwater algae. New and revised edition. Cambridge: University Press. 1927. 534 p.

Wood R.D., Imahori K. Iconograph of the Characeae (Revision of the Characeae). Weinheim: Verlag von J. Cramer. 1964. Icon. 1–395.

Wood R.D., Imahori K. Monograph of the Characeae. Weinheim: Verlag von J. Cramer. 1965. 904 p.

Приложение 1
Микрофотографии нитчатых зигнемовых водорослей
Западно-Сибирской равнины

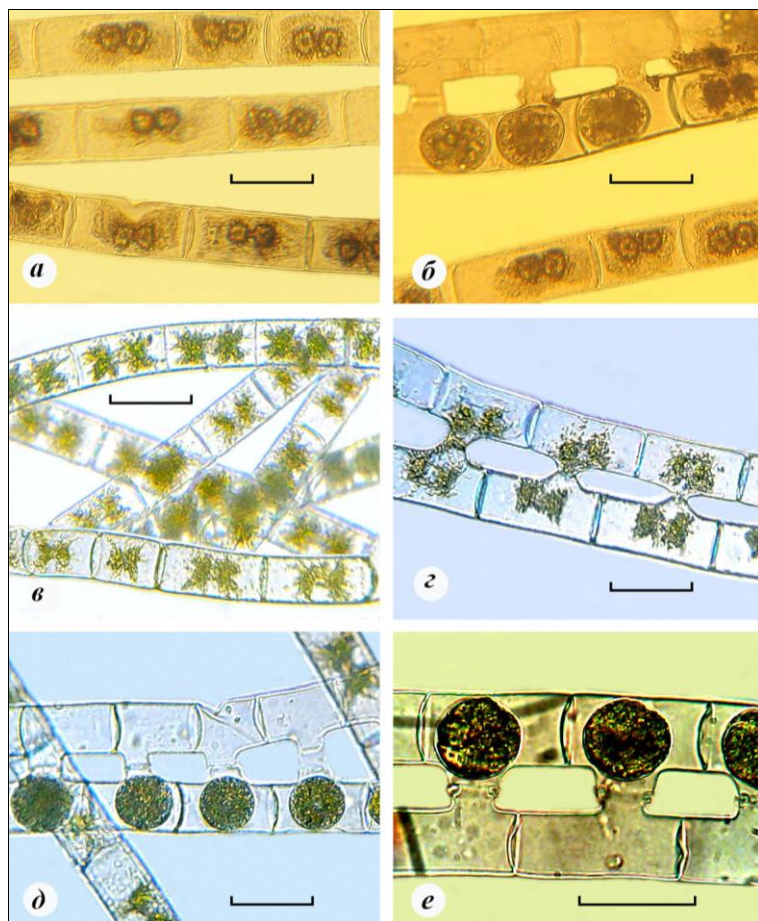


Рис. 1. *Zygnema cruciatum* (а, б): а – вегетативные клетки, б – зигоспоры при лестничной конъюгации. *Zygnema leiospermum* (в–е): в – вегетативные клетки, г – начало лестничной конъюгации, д, е – зигоспоры при лестничной конъюгации.

Масштабная линейка 50 мкм

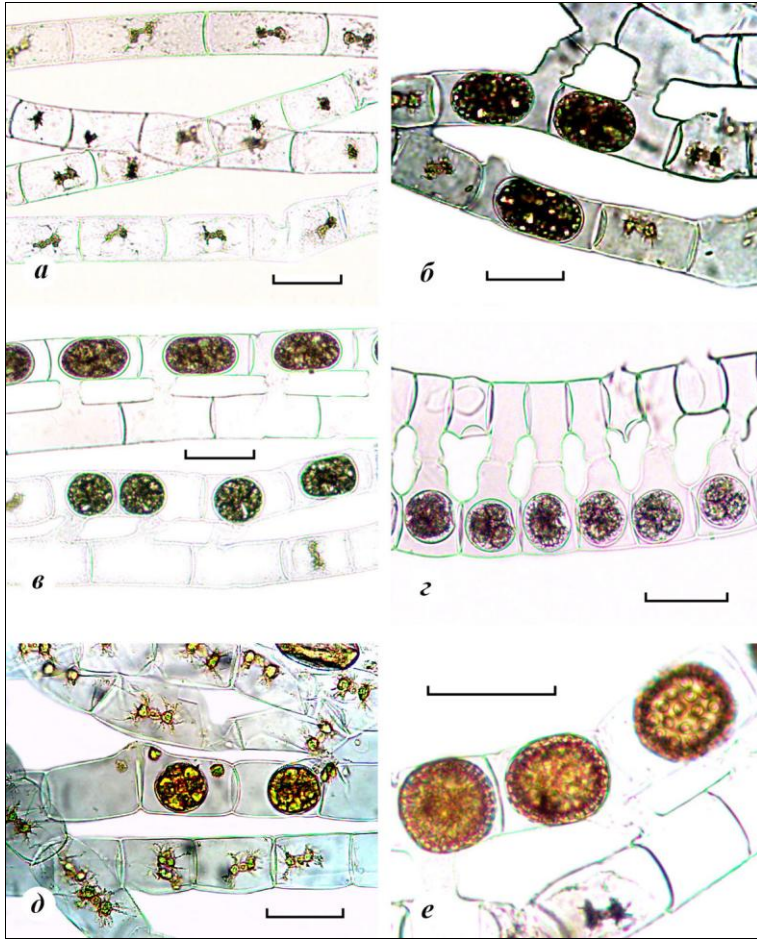


Рис. 2. Zygnuma stellinum: а – вегетативные клетки; б–г – молодые зигоспоры при лестничной конъюгации; д – молодые зигоспоры при боковой конъюгации; е – зрелые зигоспоры.
Масштабная линейка 50 мкм

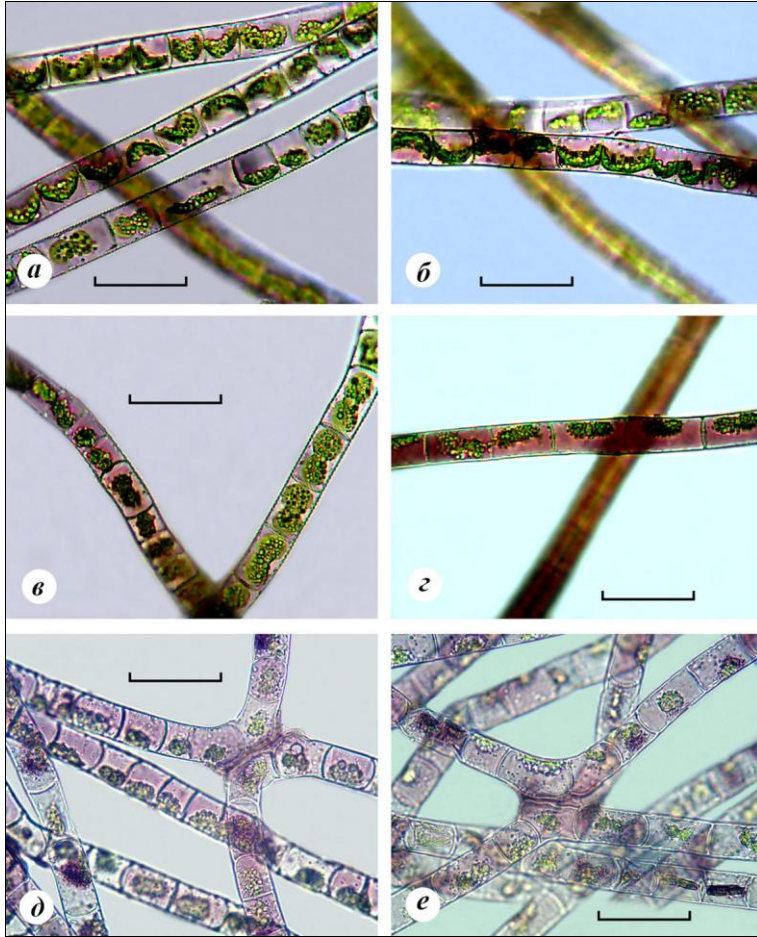


Рис. 3. *Zygonium ericetorum*: а-г – вегетативные клетки; д, е – начало лестничной конъюгации. Масштабная линейка 50 мкм

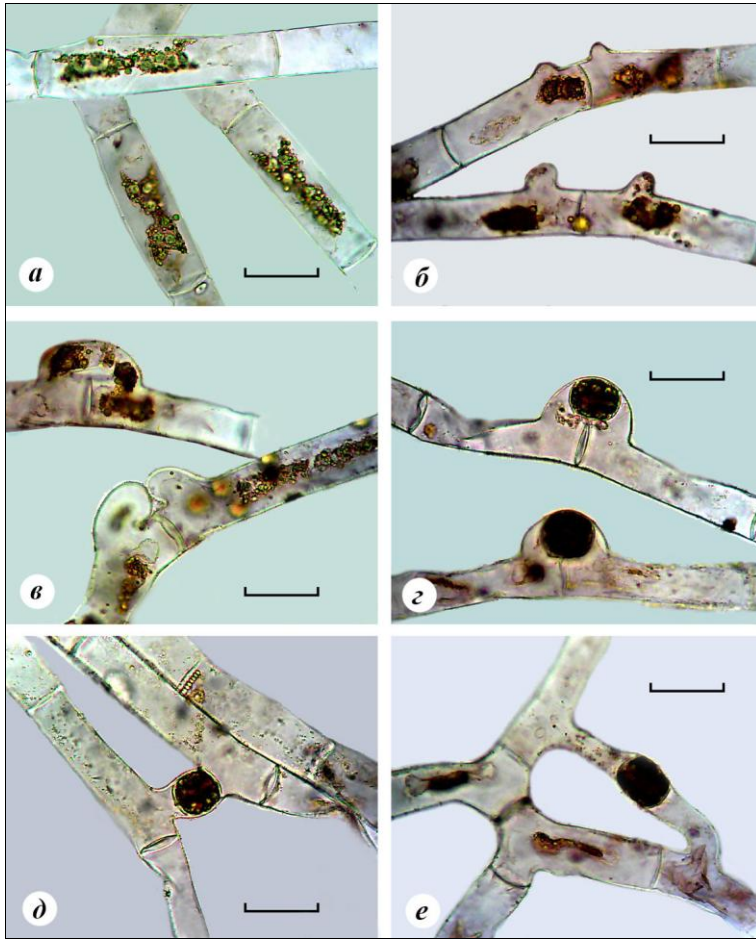


Рис. 4. *Mougeotia geniflexa*: а – вегетативные клетки; б, в – стадии боковой конъюгации; г – зигоспоры при боковой конъюгации; д, е – зигоспоры при лестничной конъюгации.
Масштабная линейка 50 мкм

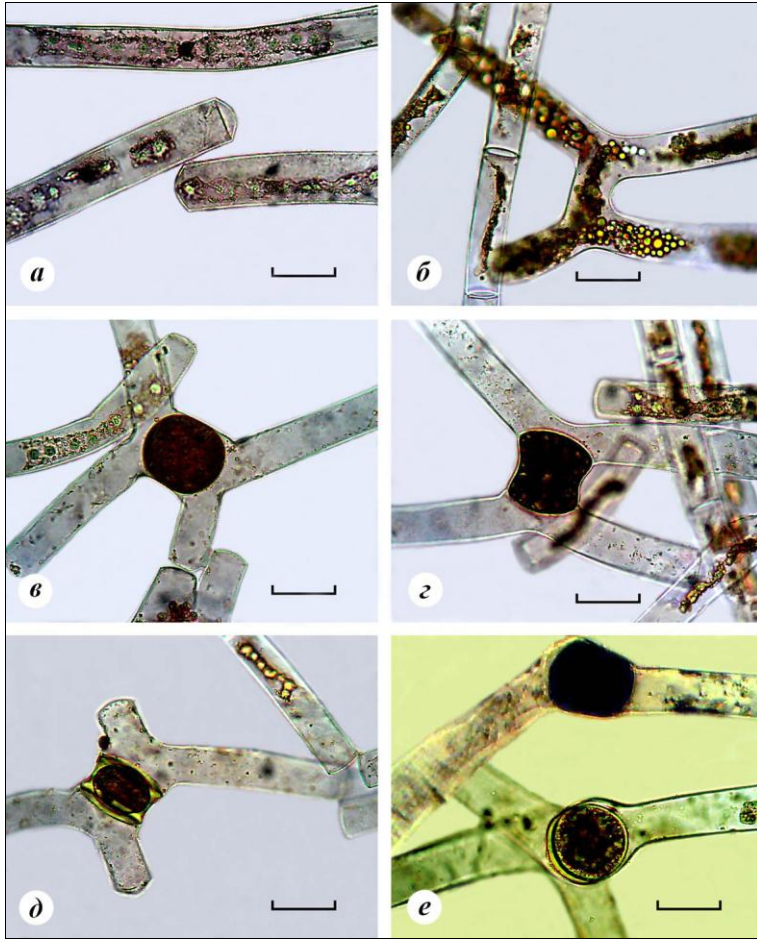


Рис. 5. *Mougeotia laetevirens*: а – вегетативные клетки; б – стадия лестничной конъюгации; в–е – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях. Масштабная линейка 50 мкм

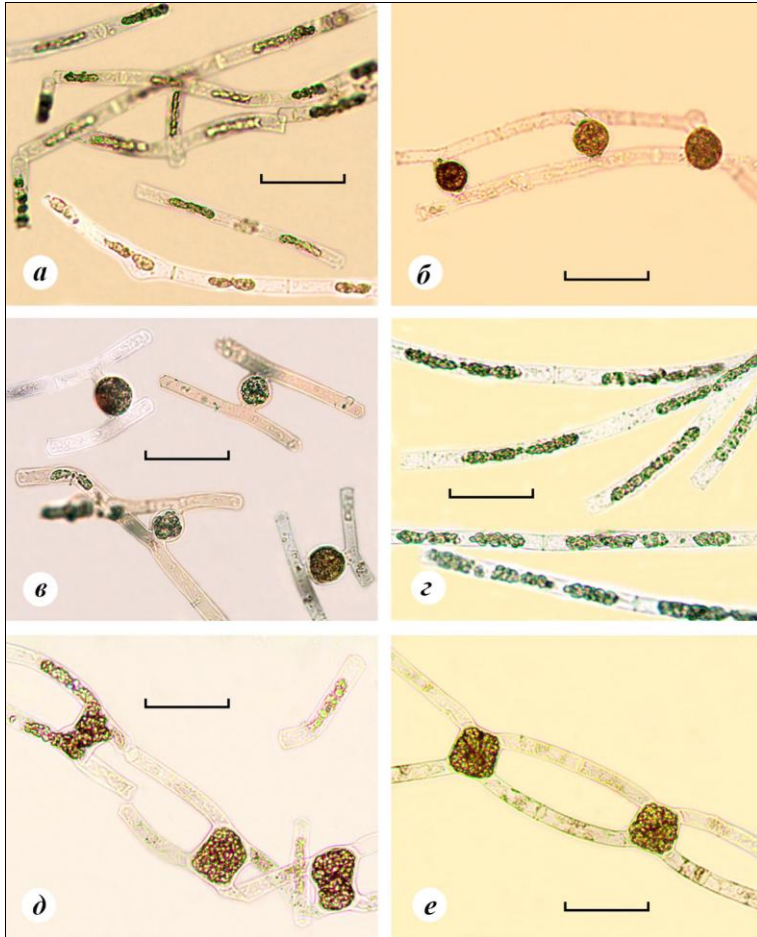


Рис. 6. *Mougeotia nummuloides* (а-в): а – вегетативные клетки; б, в – зигоспоры при лестничной конъюгации. *Mougeotia quadrangulata* (г-е): г – вегетативные клетки; д, е – зигоспоры при лестничной конъюгации. Масштабная линейка 50 мкм

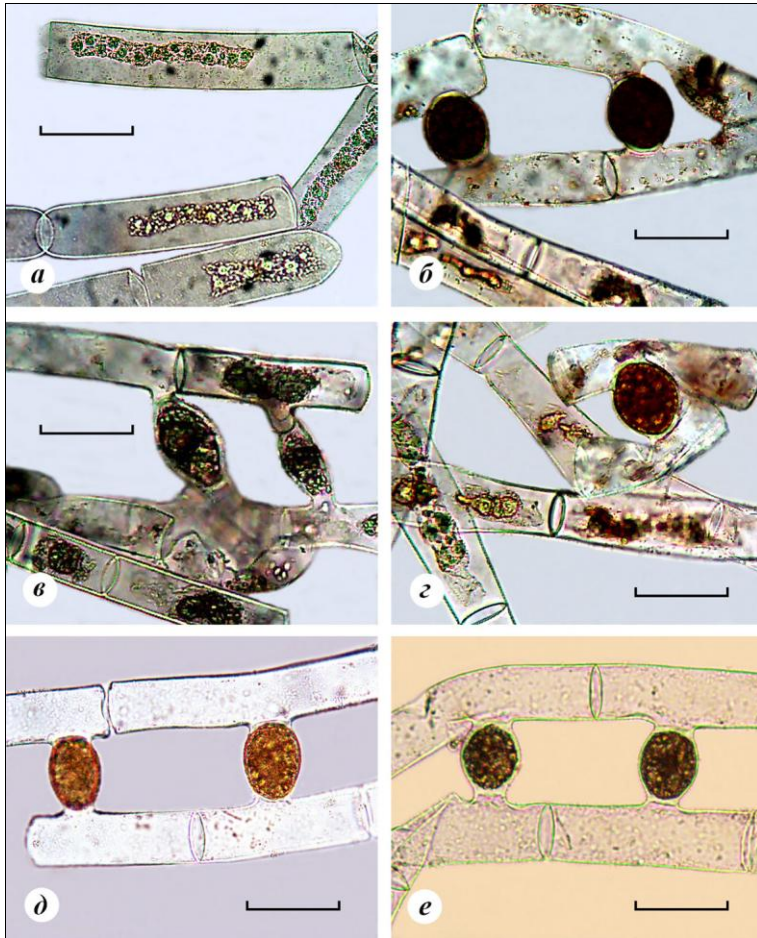


Рис. 7. Mougeotia scalaris: а – вегетативные клетки; б–е – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях.

Масштабная линейка 50 мкм

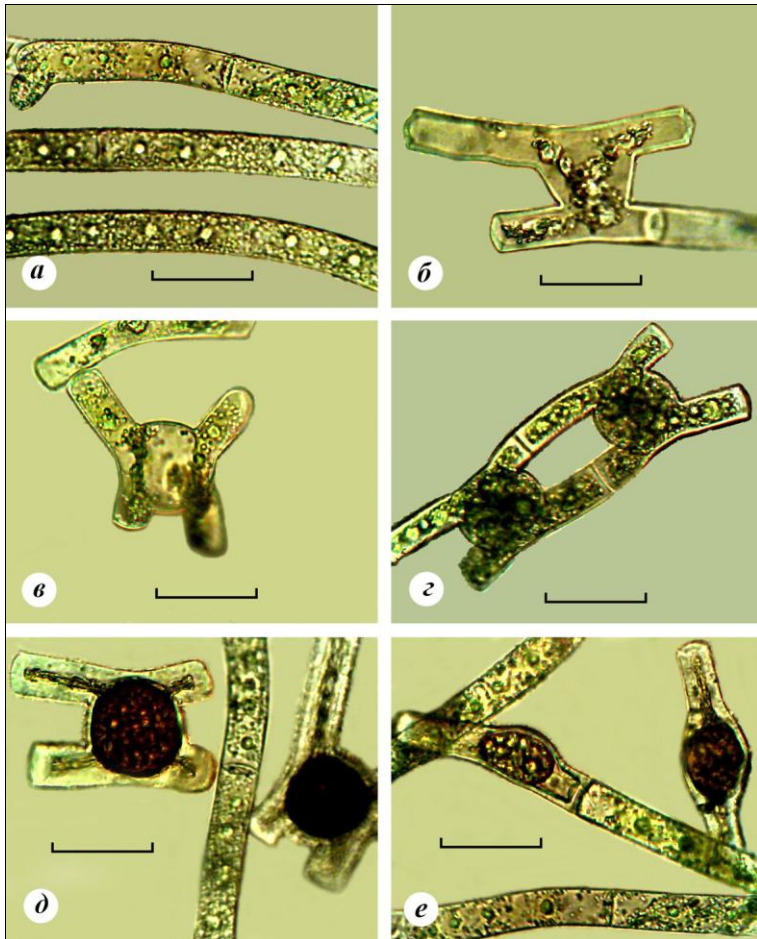


Рис. 8. *Mougeotia tunicata*: а – вегетативные клетки; б, в – стадии лестничной конъюгации; г–е – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях. Масштабная линейка 50 мкм

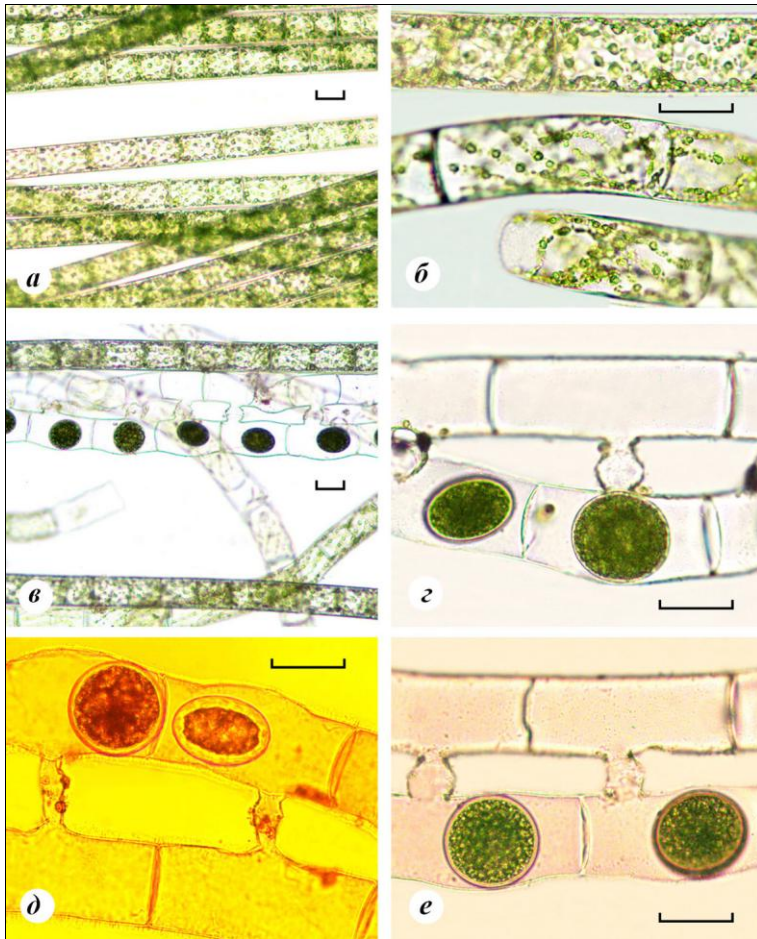


Рис. 9. *Spirogyra bellis*: а, б – вегетативные клетки; в–е – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях.
Масштабная линейка 50 мкм

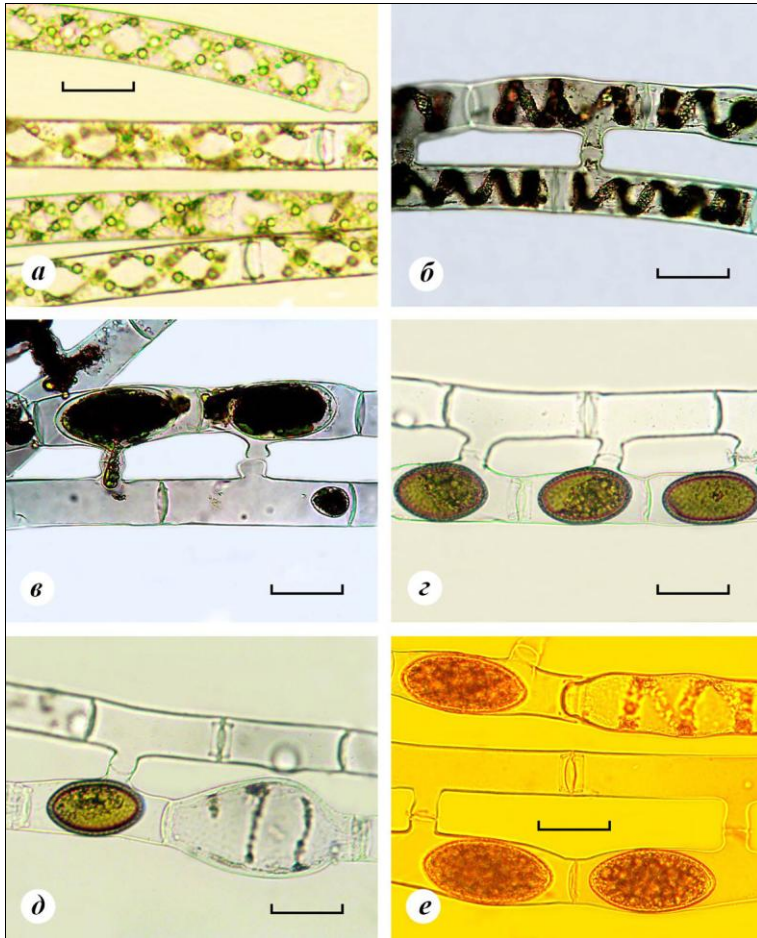


Рис. 10. *Spirogyra calospora*: а, б – вегетативные клетки;
в–е – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях.
Масштабная линейка 50 мкм

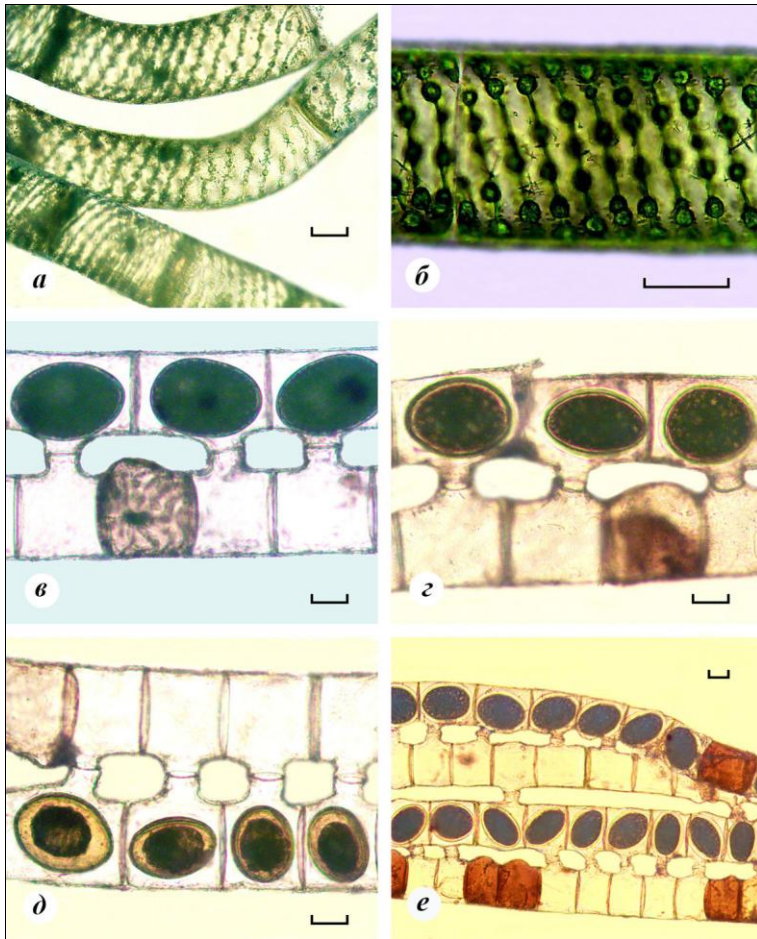


Рис. 11. *Spirogyra crassa*: а, б – вегетативные клетки; в–е – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях.
Масштабная линейка 50 мкм

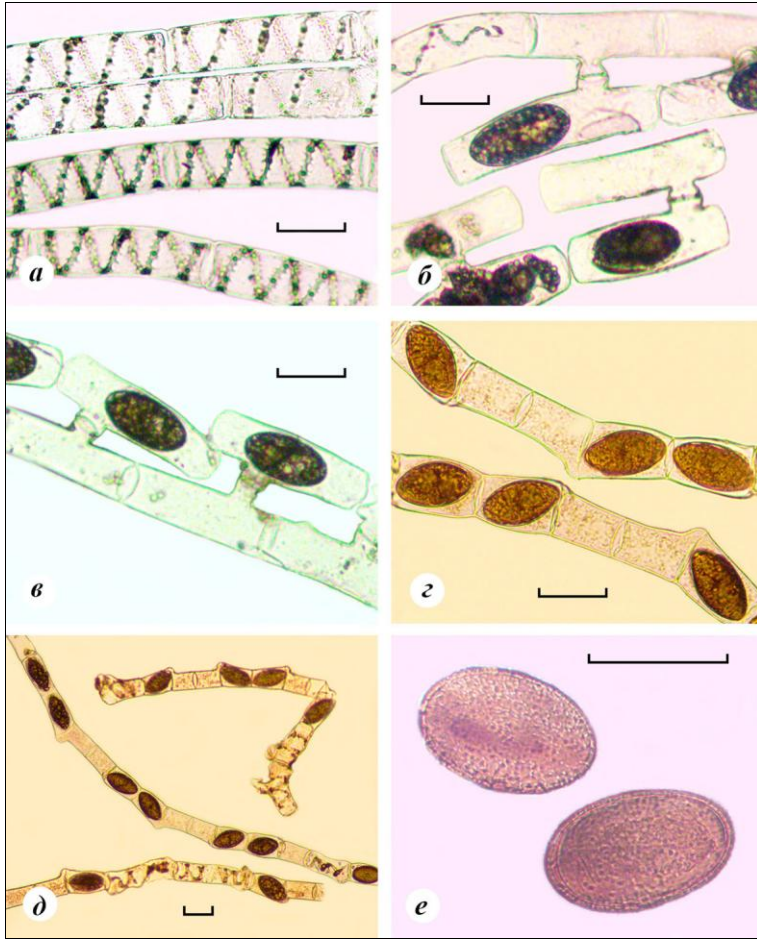


Рис. 12. *Spirogyra daedalea*: а, – вегетативные клетки; б, в – зигоспоры при лестничной конъюгации; г, д – зигоспоры при боковой конъюгации; е – зрелые зигоспоры. Масштабная линейка 50 мкм

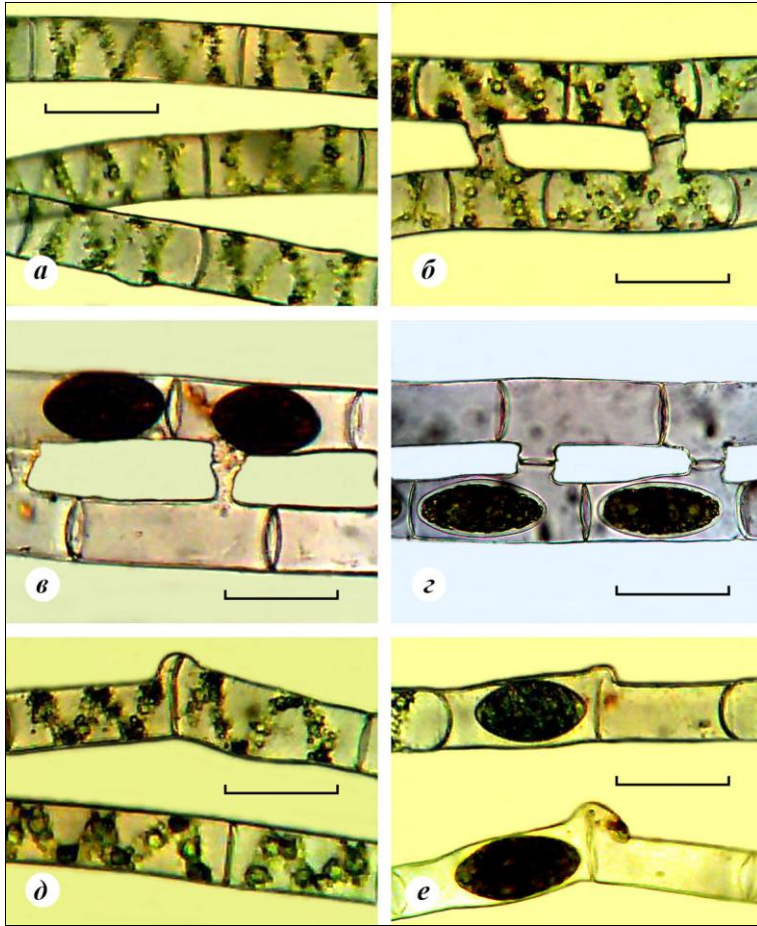


Рис. 13. *Spirogyra decimina*: а – вегетативные клетки; б – начало лестничной конъюгации; в, г – зигоспоры при лестничной конъюгации; д – начало боковой конъюгации; е – зигоспоры при боковой конъюгации. Масштабная линейка 50 мкм

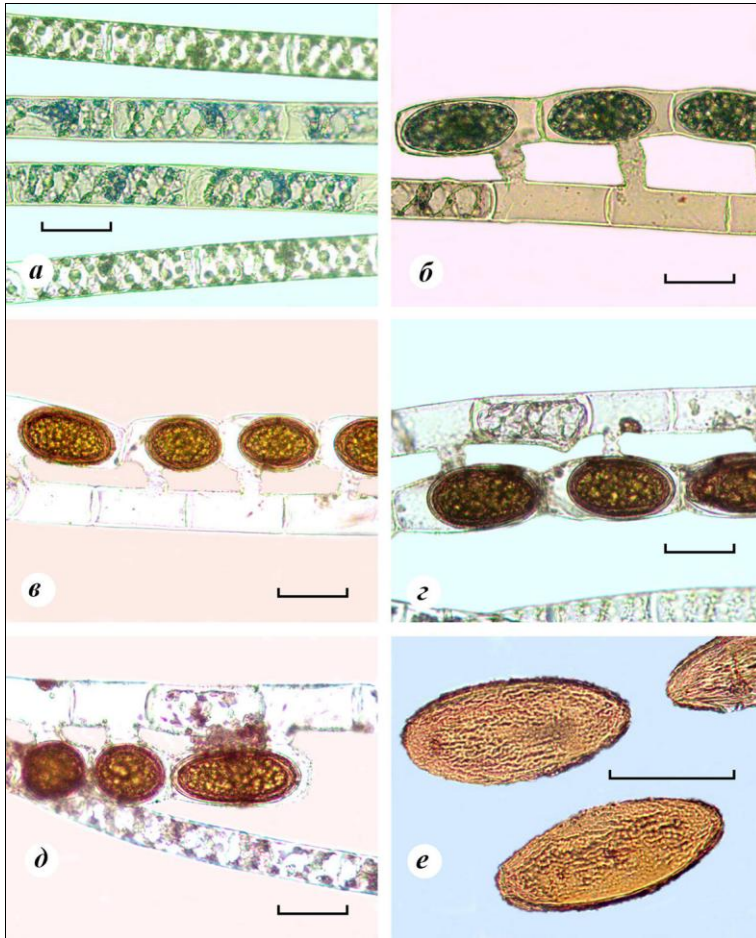


Рис. 14. *Spirogyra dictyospora*: а – вегетативные клетки; б–д – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях; е – зрелые зигоспоры. Масштабная линейка 50 мкм

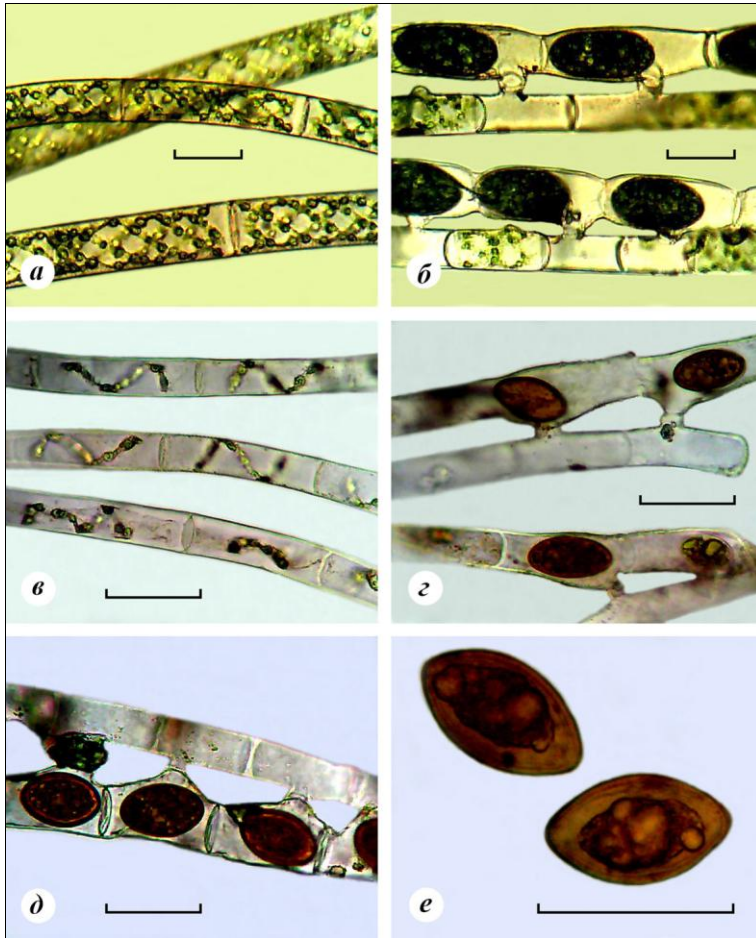


Рис. 15. *Spirogyra fluviatilis* (а, б): а – вегетативные клетки; б – зигоспоры при лестничной конъюгации. *Spirogyra gracilis* (в–е): в – вегетативные клетки; з, д – зигоспоры при лестничной конъюгации; е – зрелые зигоспоры. Масштабная линейка 50 мкм

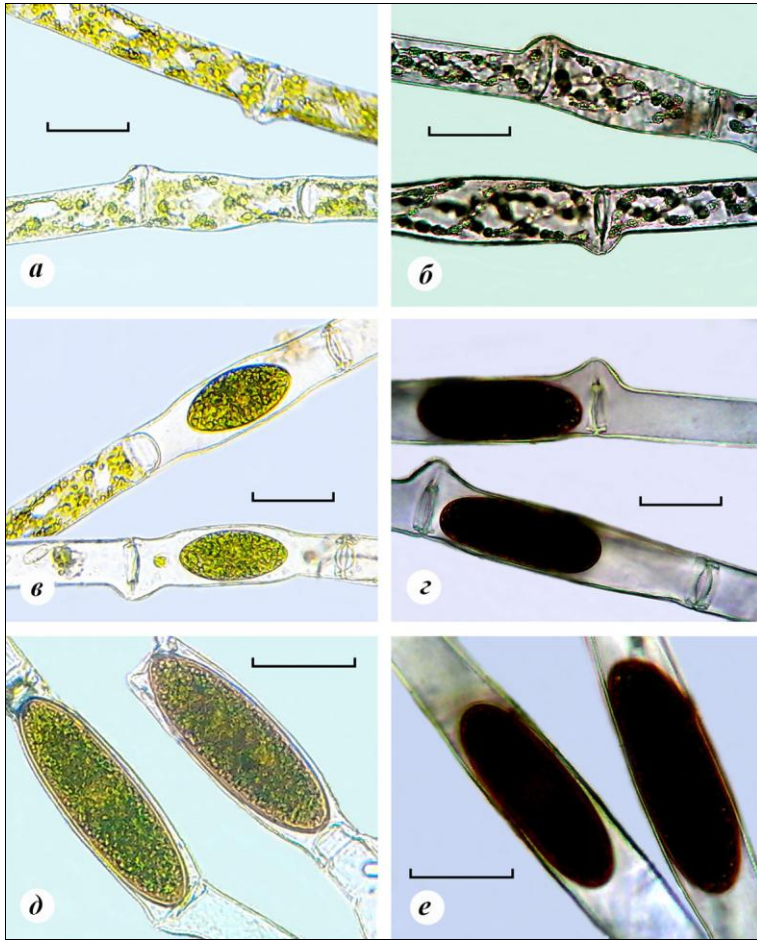


Рис. 16. *Spirogyra hassallii*: а, б – начало боковой конъюгации; в, г – зигоспоры при боковой конъюгации; д – молодые зигоспоры; е – зрелые зигоспоры. Масштабная линейка 50 мкм

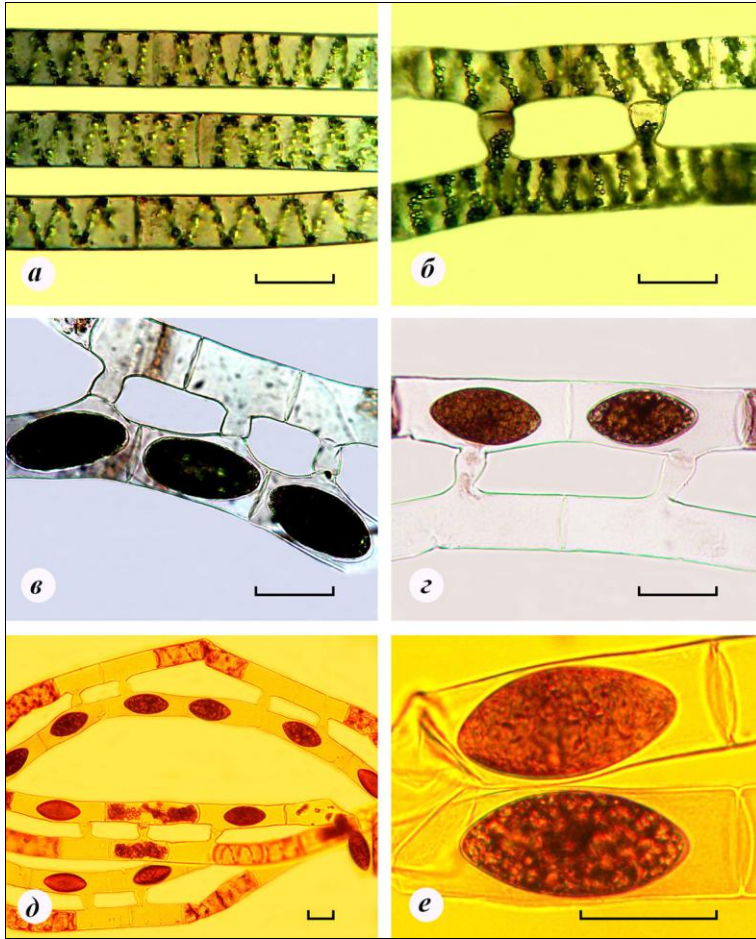


Рис. 17. *Spirogyra hungarica*: а – вегетативные клетки; б – начало лестничной конъюгации; в–д – зигоспоры при лестничной конъюгации; е – зрелые зигоспоры. Масштабная линейка 50 мкм

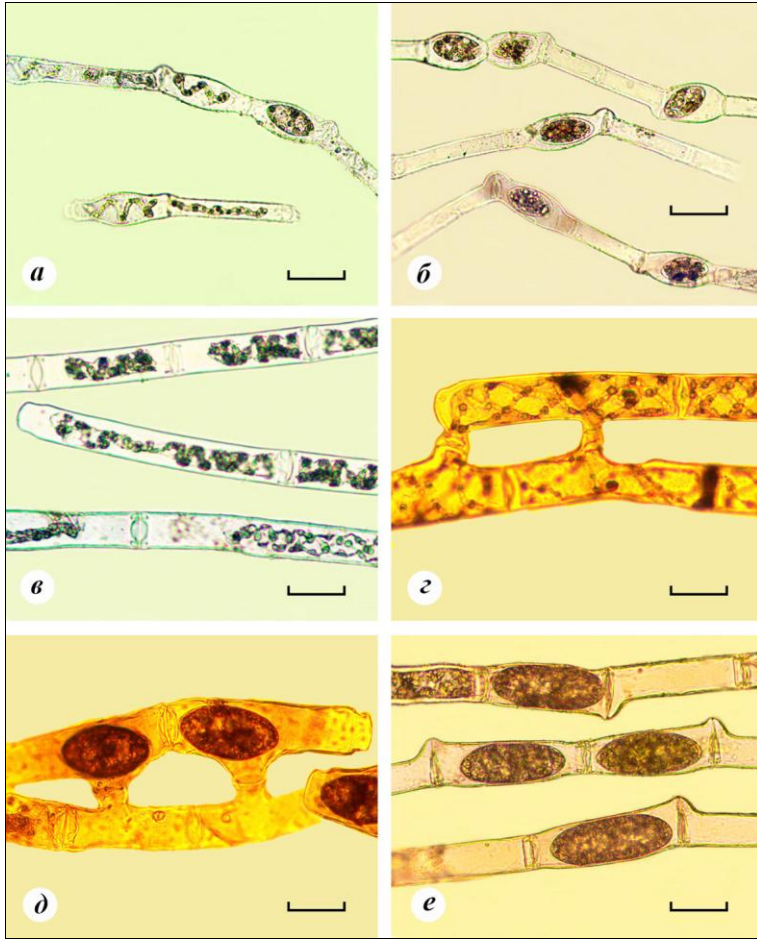


Рис. 18. *Spirogyra inflata* (а, б): а, б – зигоспоры при боковой конъюгации. *Spirogyra insignis* (в–е): в – вегетативные клетки; з – начало лестничной конъюгации; д – зигоспоры при лестничной конъюгации; е – зигоспоры при боковой конъюгации.
Масштабная линейка 50 мкм

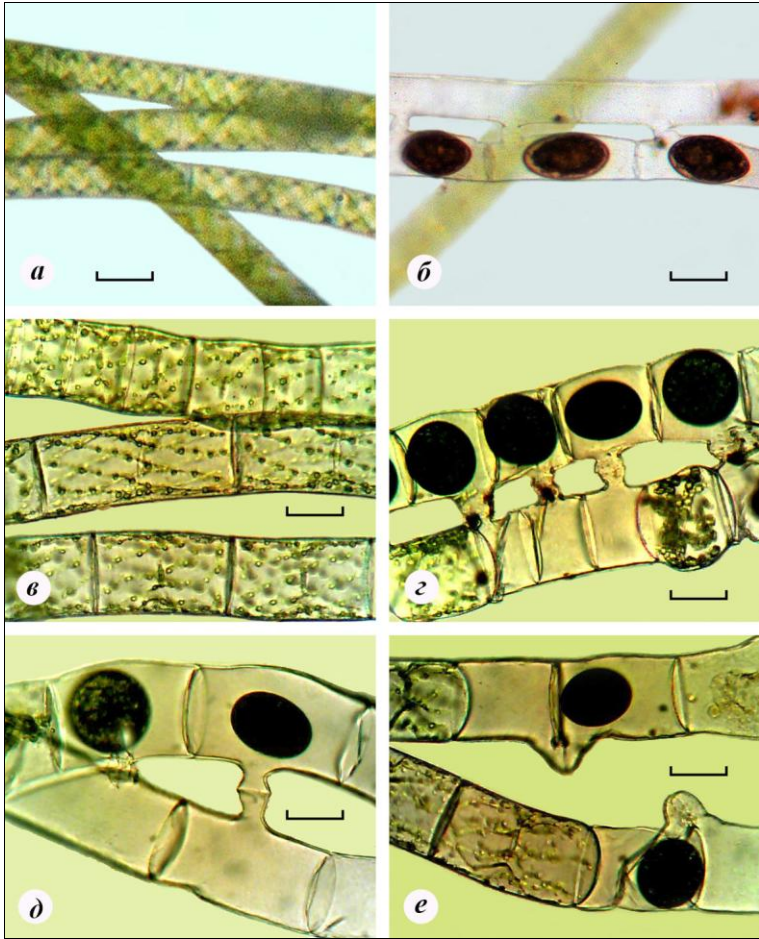


Рис. 19. *Spirogyra irregularis* (а, б): а – вегетативные клетки; б – зигоспоры при лестничной конъюгации. *Spirogyra majuscula* (в–е): в – вегетативные клетки; г, д – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях; е – зигоспоры при боковой конъюгации в разных положениях. Масштабная линейка 50 мкм

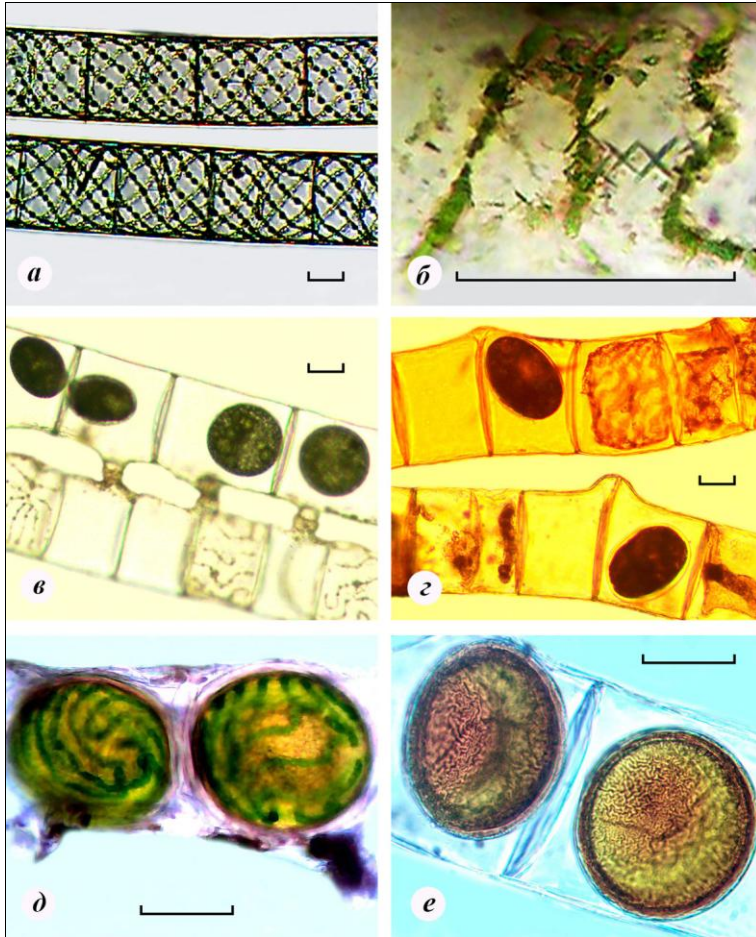


Рис. 20. *Spirogyra maxima*: а – вегетативные клетки; б – крестообразные кристаллы оксалата кальция; в – зигоспоры при лестничной конъюгации; г – зигоспоры при боковой конъюгации; д – молодые зигоспоры; е – зрелые зигоспоры.
Масштабная линейка 50 мкм

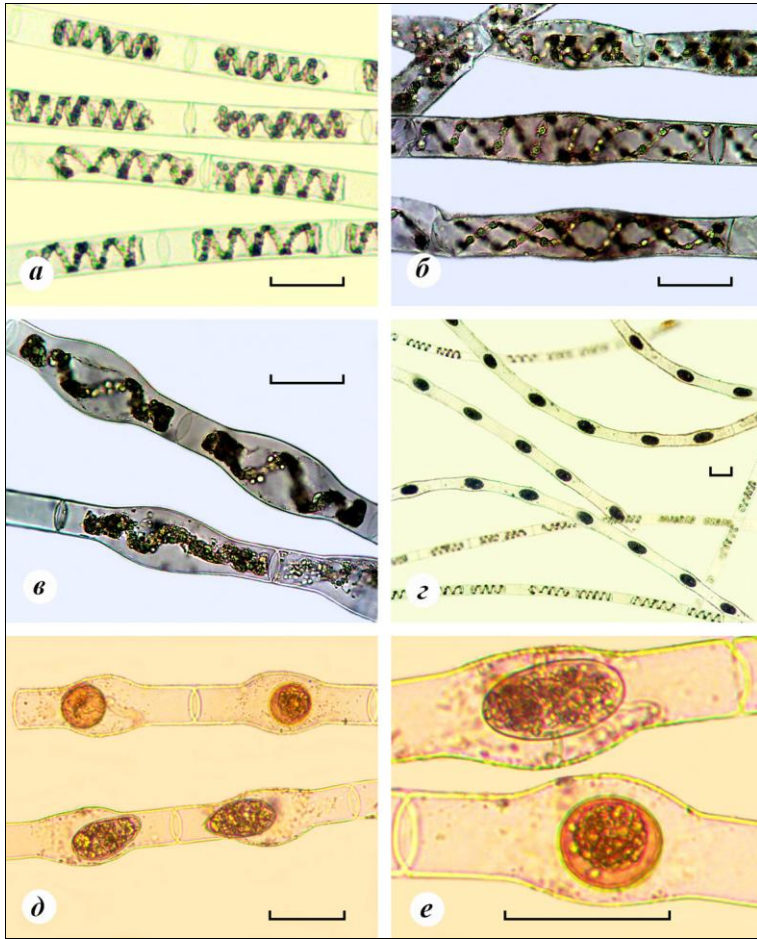


Рис. 21. *Spirogyra mirabilis*: а, б – вегетативные клетки; в – начало образования апланоспор; г–е – апланоспоры разной формы в клетках.
Масштабная линейка 50 мкм

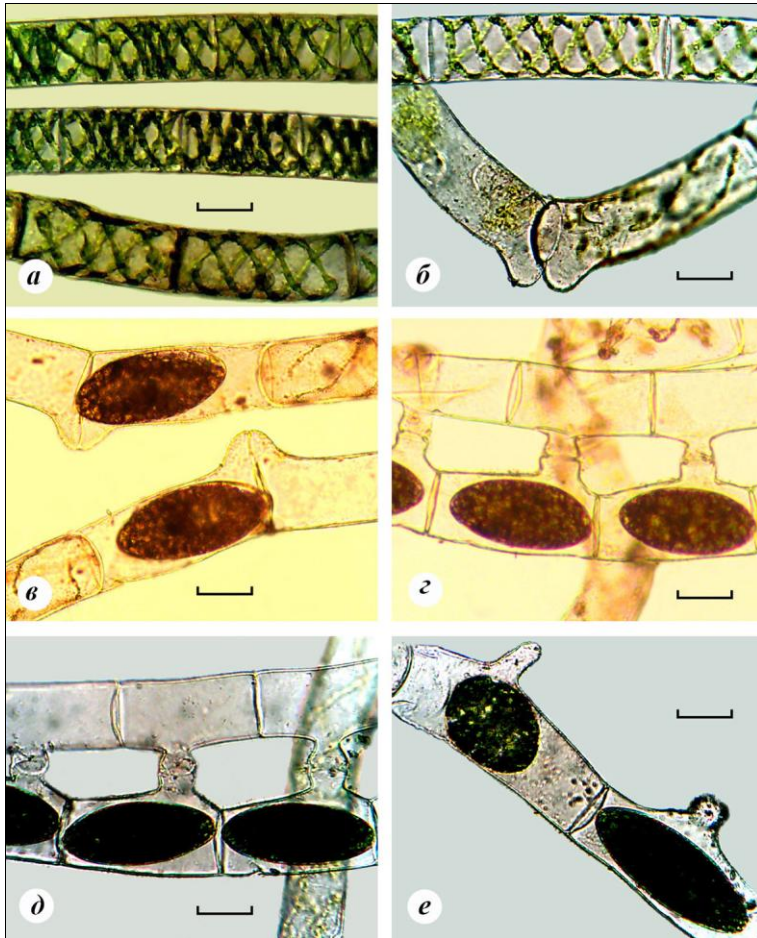


Рис. 22. *Spirogyra neglecta*: а – вегетативные клетки; б – начало боковой конъюгации; в – зигоспоры при боковой конъюгации; г-е – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях. Масштабная линейка 50 мкм

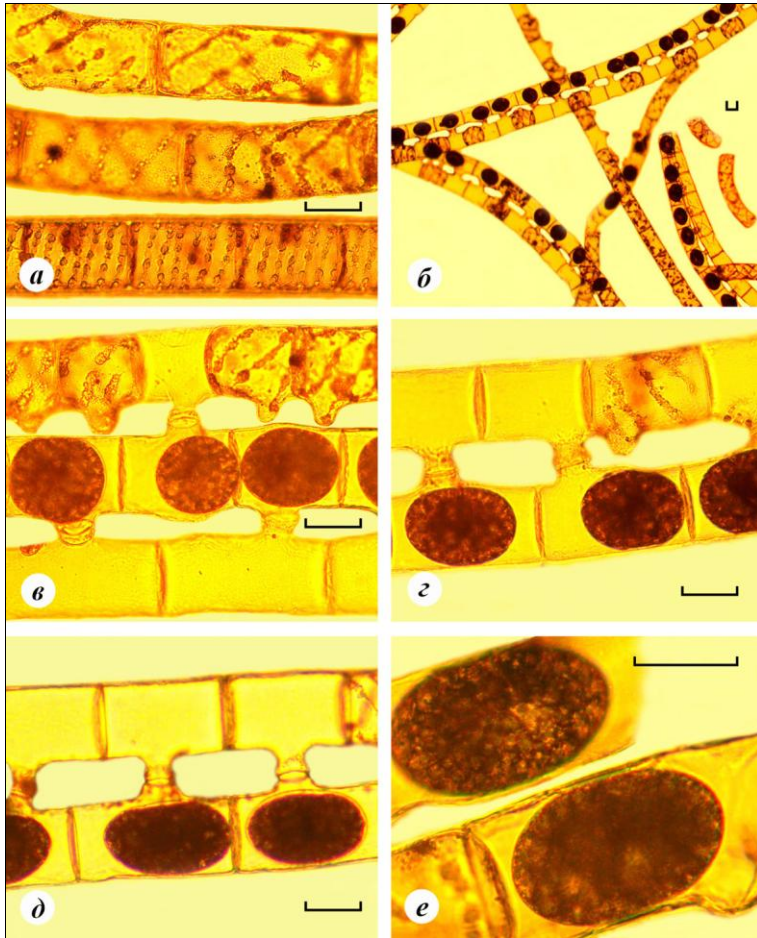


Рис. 23. *Spirogyra nitida*: а – вегетативные клетки; б–е – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях.
Масштабная линейка 50 мкм

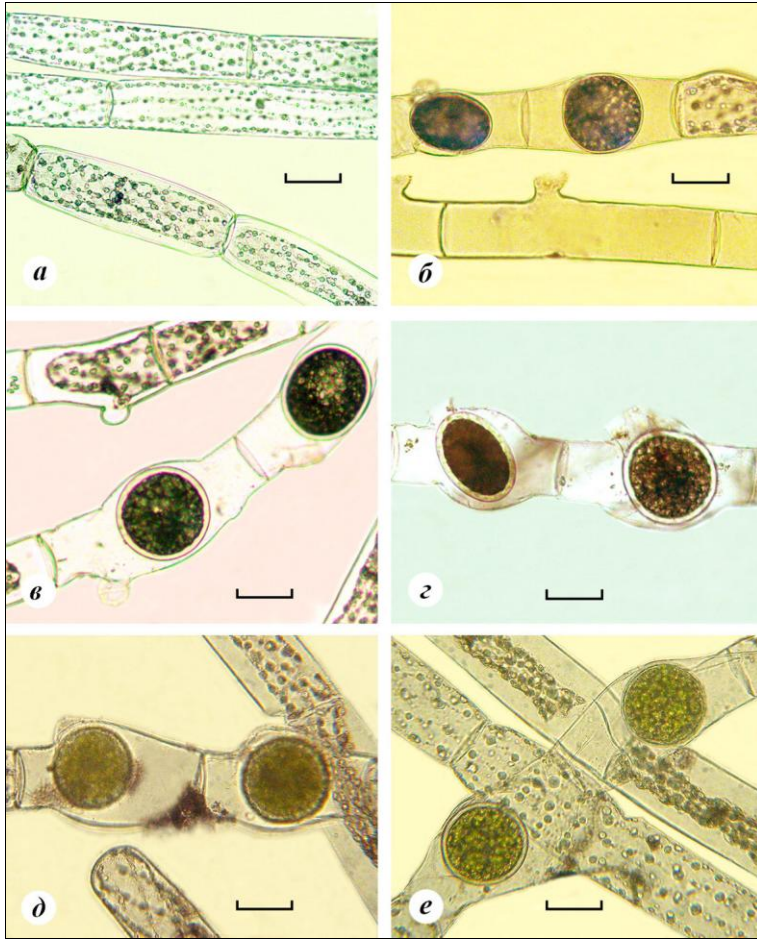


Рис. 24. Spirogyra pellucida: а – вегетативные клетки; б–е – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях. Масштабная линейка 50 мкм

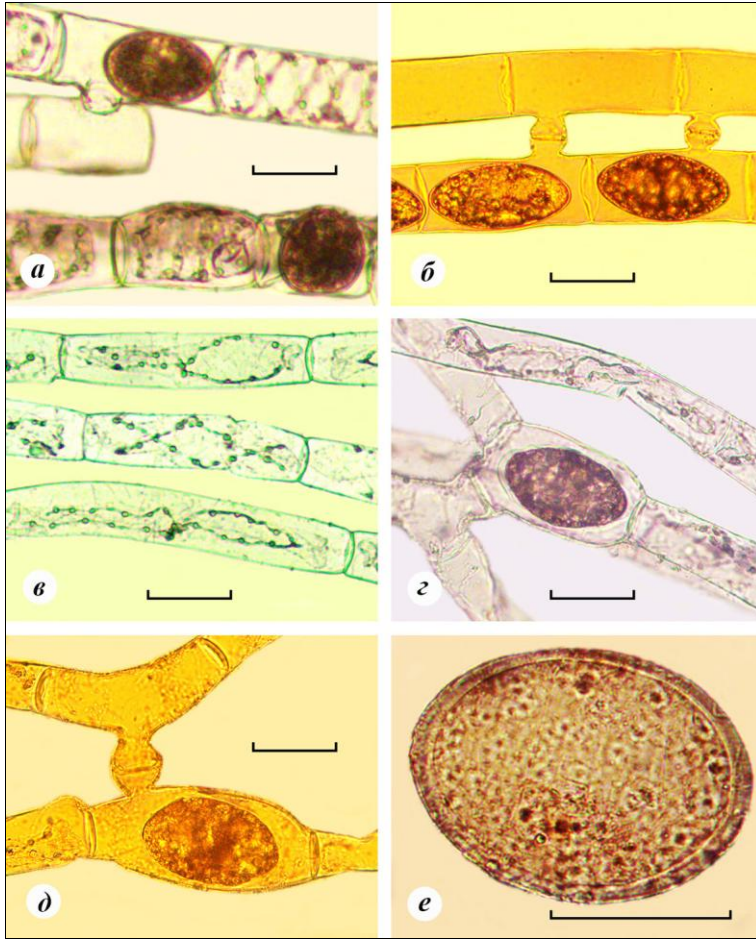


Рис. 25. *Spirogyra porticalis* (а, б): а – вегетативные клетки и зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях; б – зигоспоры при лестничной конъюгации. *Spirogyra punctata* (в–е): в – вегетативные клетки; г, д – зигоспоры при лестничной конъюгации; е – зрелая зигоспора. Масштабная линейка 50 мкм

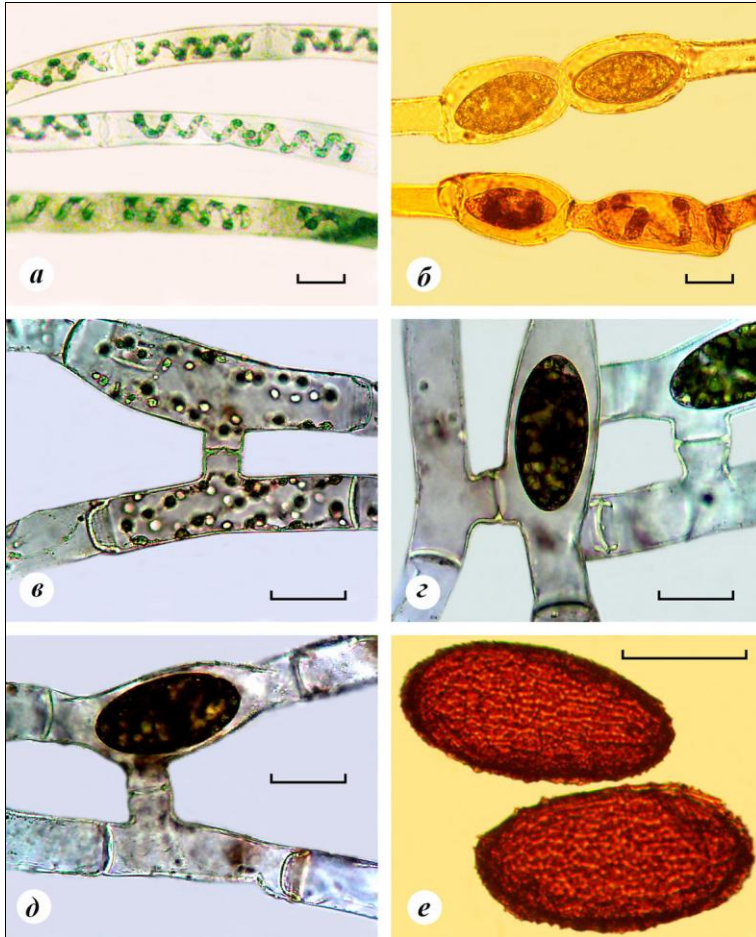


Рис. 26. *Spirogyra quadrata* (а, б): а – вегетативные клетки; б – зигоспоры при боковой конъюгации. *Spirogyra reticulata* (в–е): в – начало лестничной конъюгации; г, д – зигоспоры при лестничной конъюгации; е – зрелые зигоспоры. Масштабная линейка 50 мкм

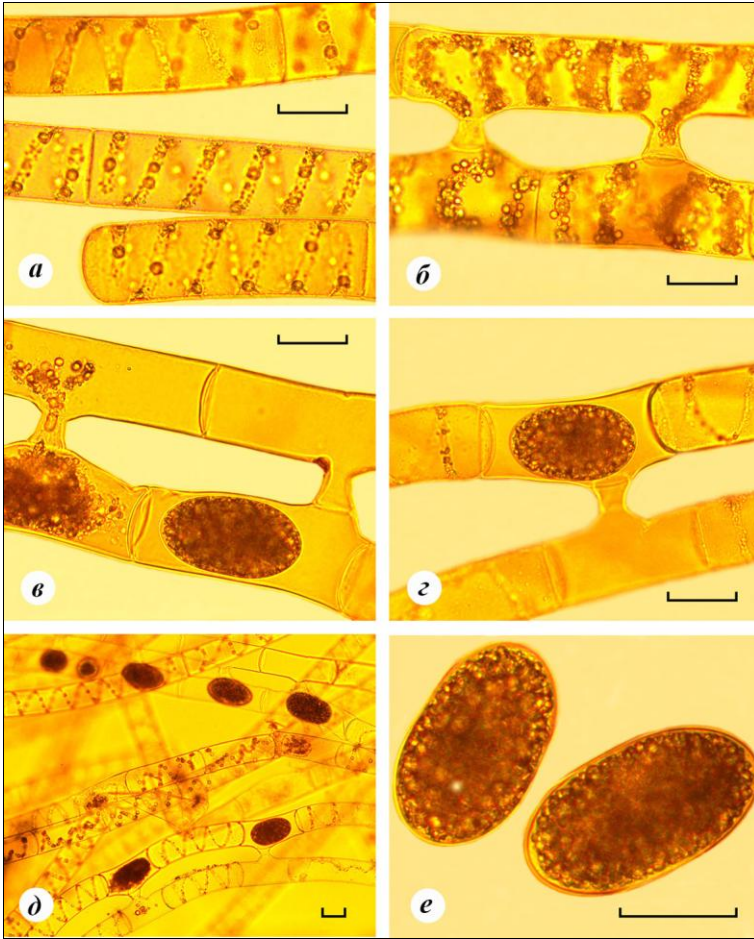


Рис. 27. *Spirogyra rugulosa*: а – вегетативные клетки; б – начало лестничной конъюгации; в–д – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях; е – зрелые зигоспоры.

Масштабная линейка 50 мкм

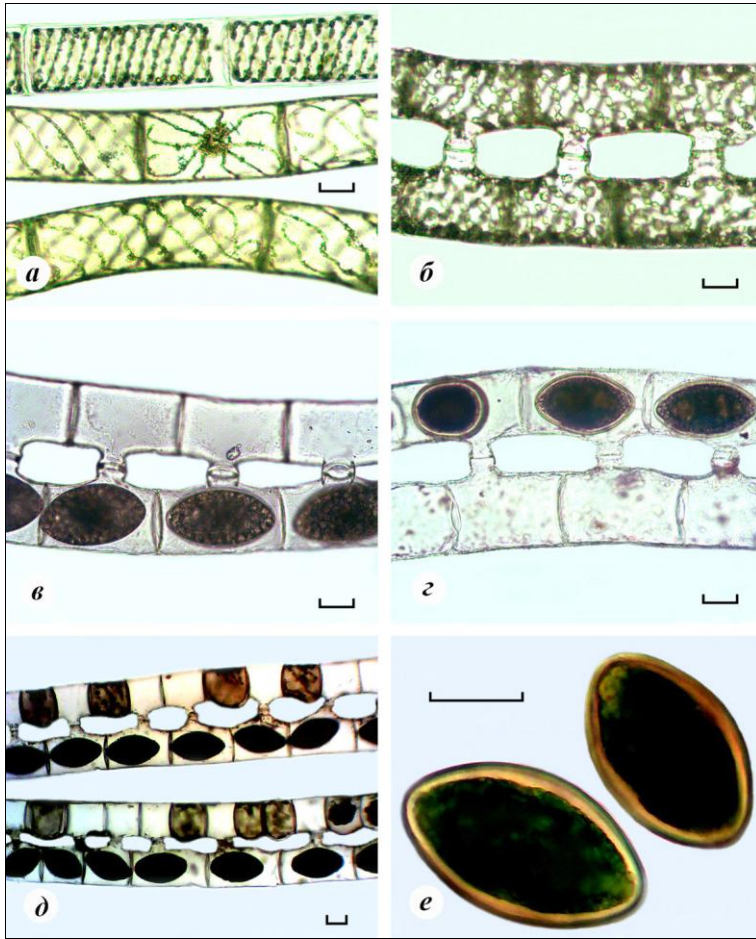


Рис. 28. Spirogyra setiformis: а – вегетативные клетки; б – начало лестничной конъюгации; в-д – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях; е – зрелые зигоспоры.
Масштабная линейка 50 мкм

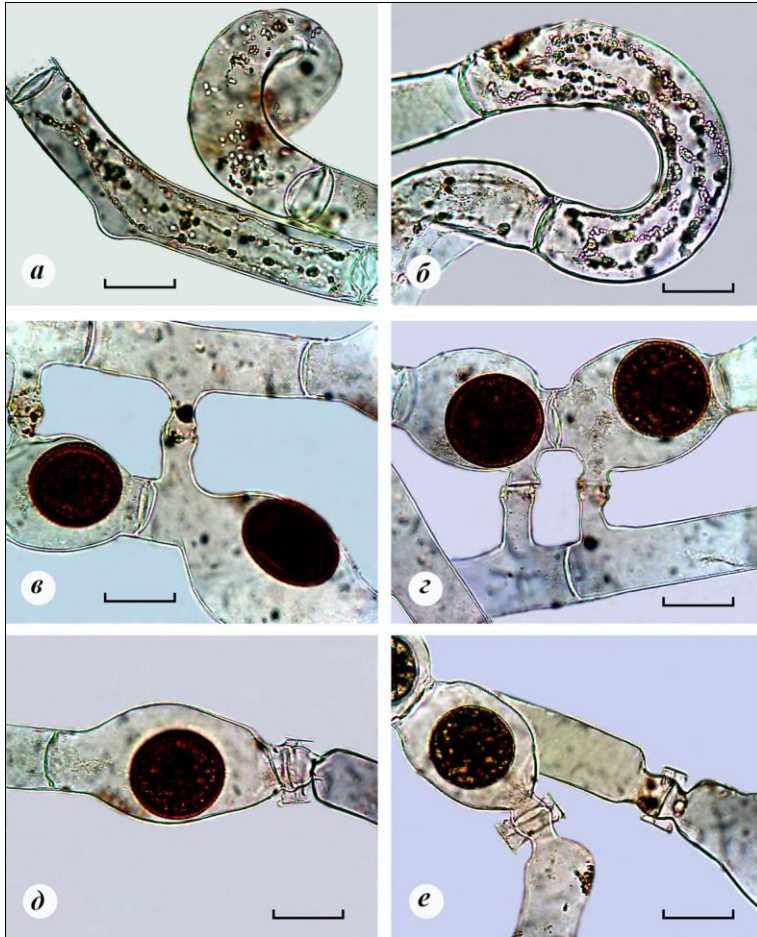


Рис. 29. *Spirogyra subcolligata*: а, б – вегетативные клетки; в–е – зигоспоры при лестничной конъюгации в разных положениях. Масштабная линейка 50 мкм

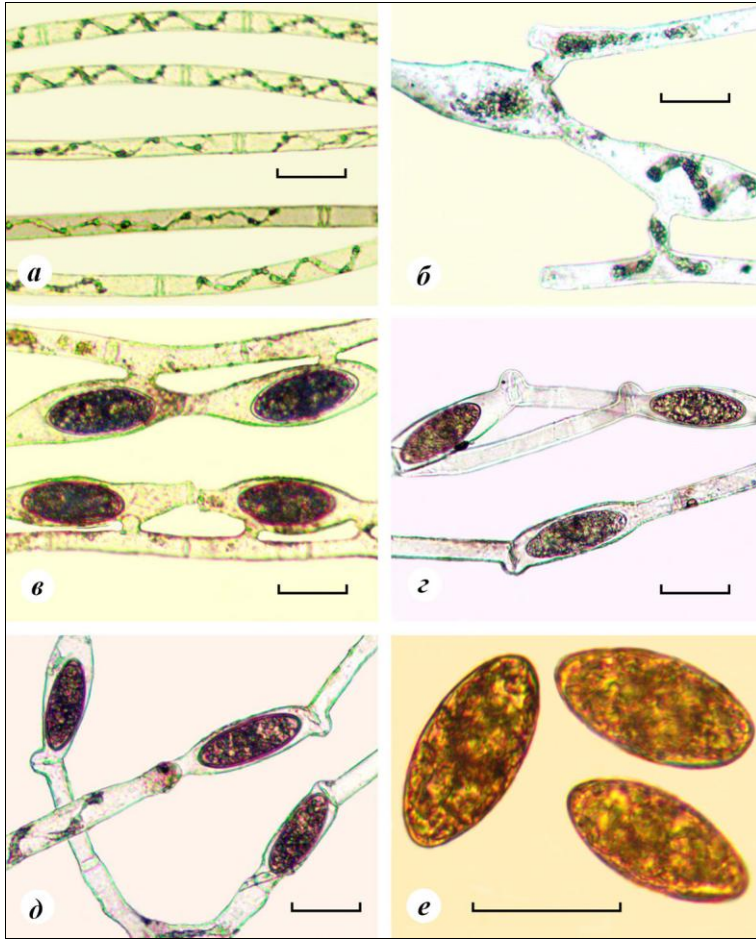


Рис. 30. *Spirogyra tenuissima*: а – вегетативные клетки; б – начало лестничной конъюгации; в – зигоспоры при лестничной конъюгации; г, д – зигоспоры при боковой конъюгации; е – зрелые зигоспоры.
Масштабная линейка 50 мкм

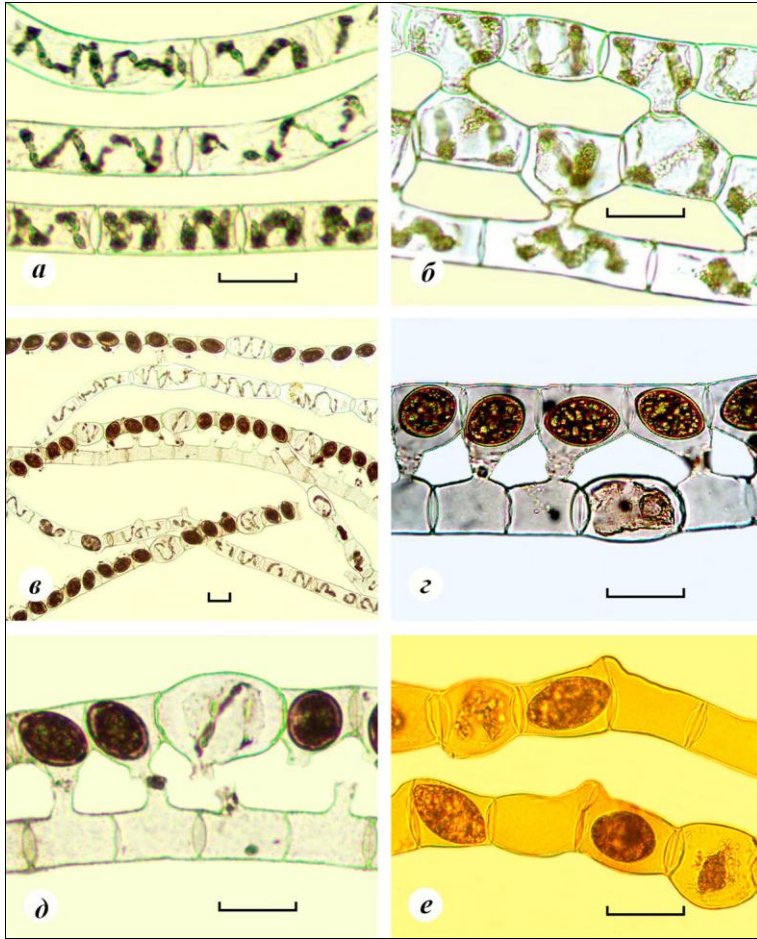


Рис. 31. *Spirogyra varians*: а – вегетативные клетки; б – начало лестничной конъюгации; в-д – зигоспоры в разных положениях при лестничной конъюгации; е – зигоспоры при боковой конъюгации.

Масштабная линейка 50 мкм

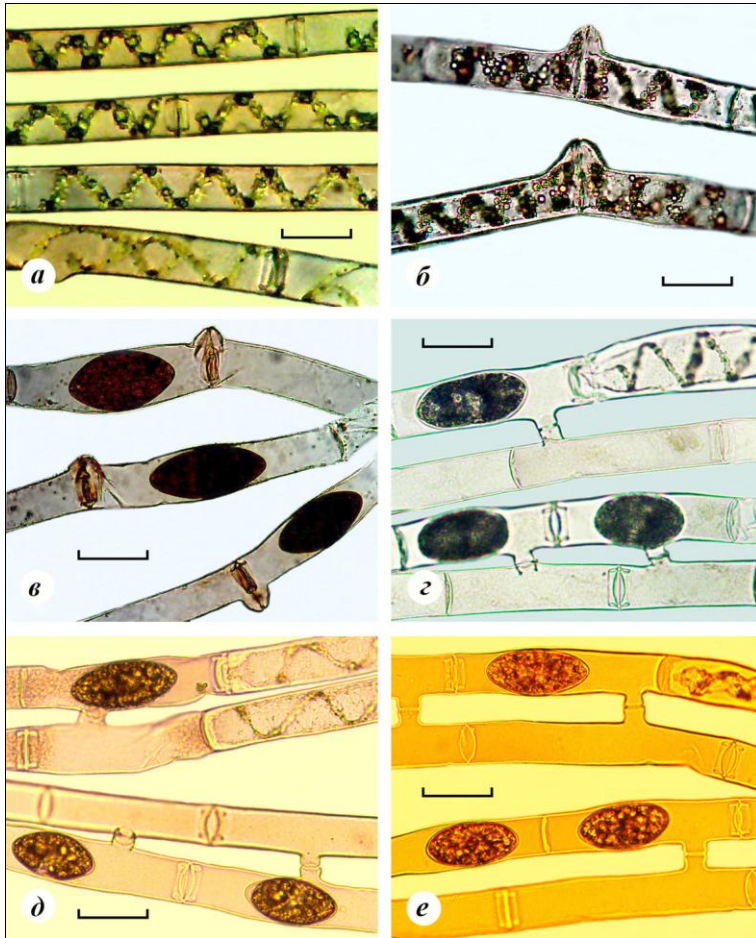


Рис. 32. *Spirogyra weberi*: а – вегетативные клетки; б – начало боковой конъюгации; в – зигоспоры при боковой конъюгации; г–е – зигоспоры при лестничной конъюгации. Масштабная линейка 50 мкм

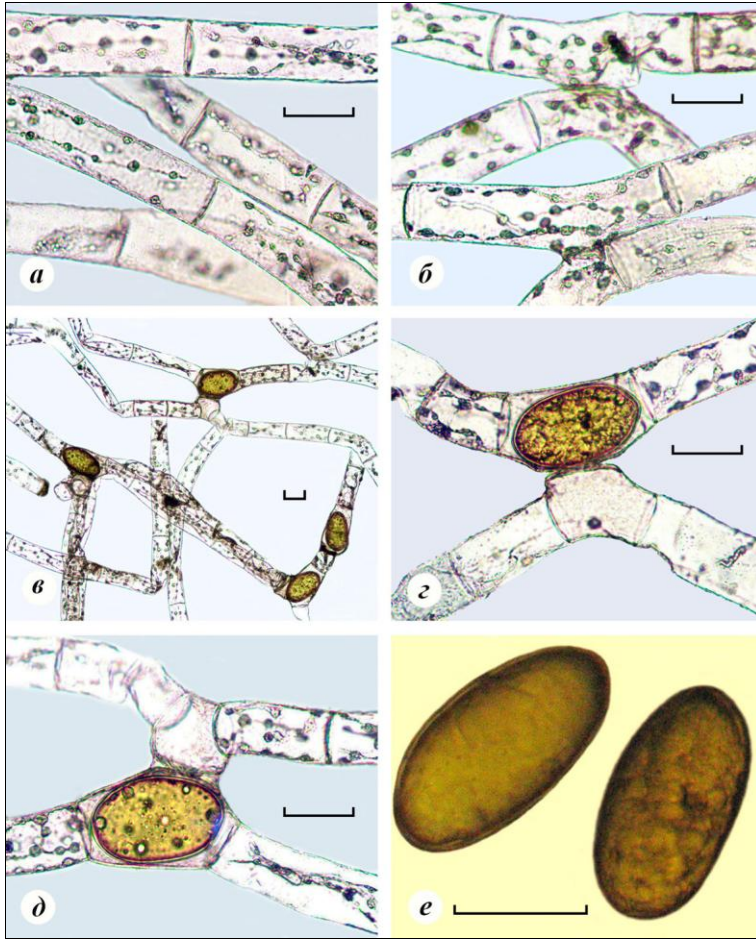
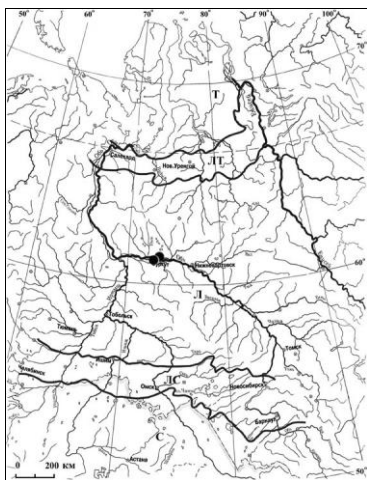


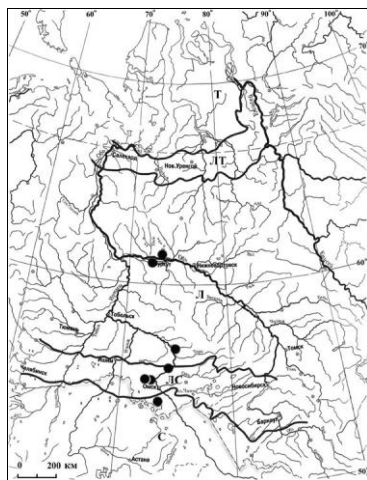
Рис. 33. *Sirogonium sticticum*: а – вегетативные клетки; б – начало лестничной конъюгации; в–д – зигоспоры при лестничной конъюгации; е – зрелые зигоспоры. Масштабная линейка 50 мкм

Приложение 2

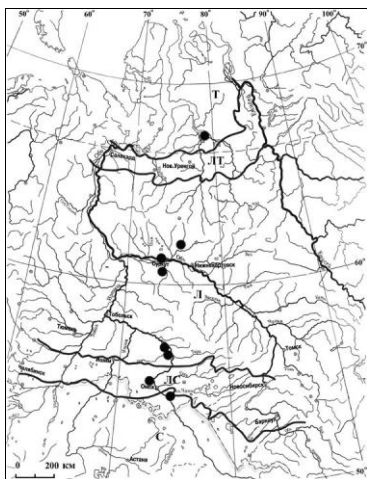
Пункты сбора образцов нитчатых зигменовых водорослей



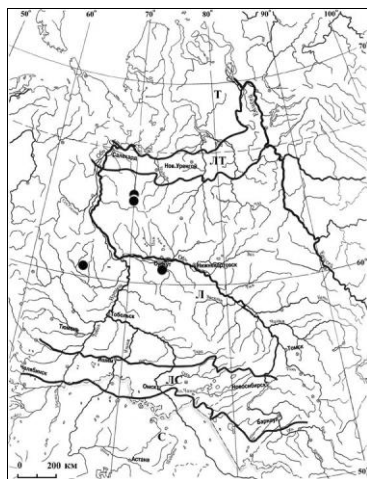
Puc. 1. Zygnema cruciatum



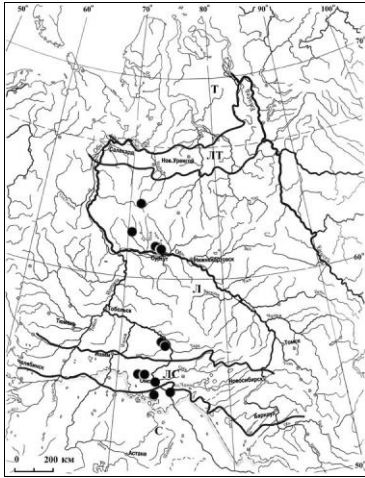
Puc. 2. Zygnema leiospermum



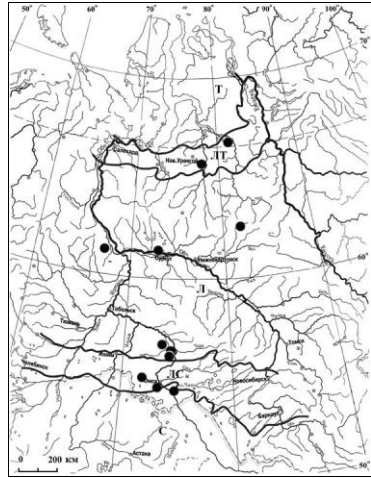
Puc. 3. Zygnema stellinum



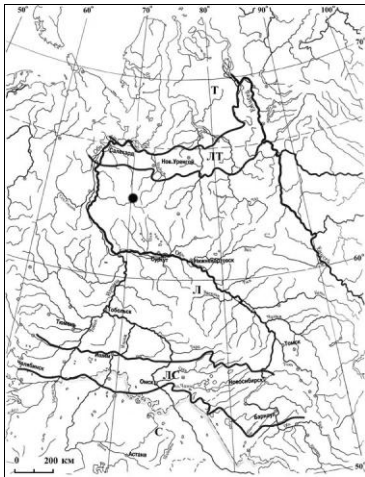
Puc. 4. Zygonium ericetorum



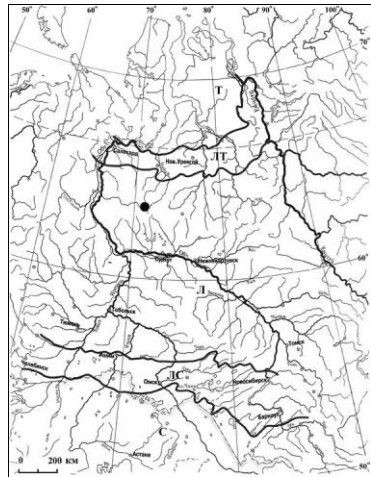
Puc. 5. Mougeotia genuflexa



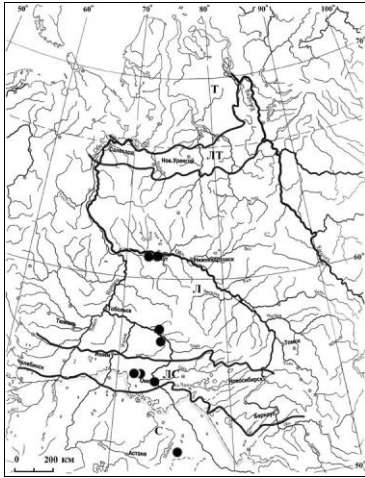
Puc. 6. Mougeotia laetevirens



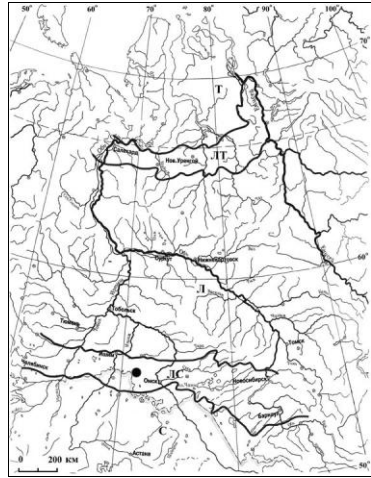
Puc. 7. Mougeotia nummuloides



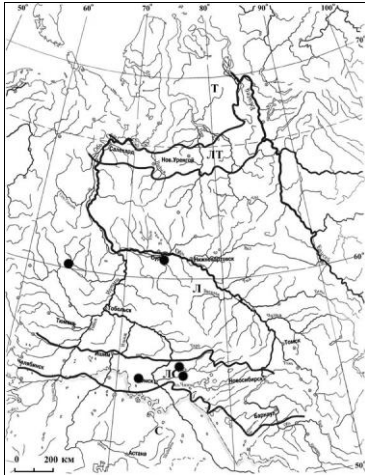
Puc. 8. Mougeotia quadrangulata



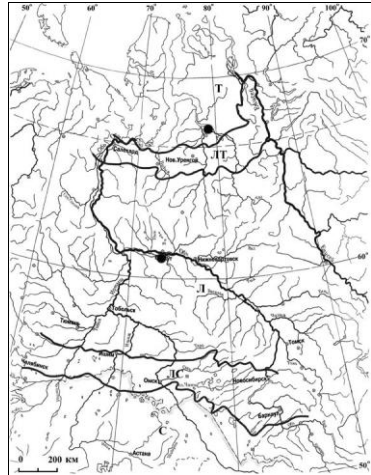
Puc. 9. Mougeotia scalaris



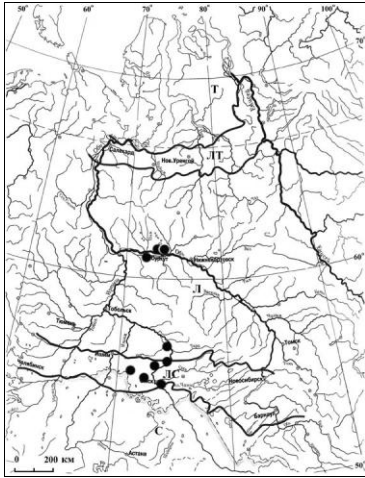
Puc. 10. Mougeotia tunicata



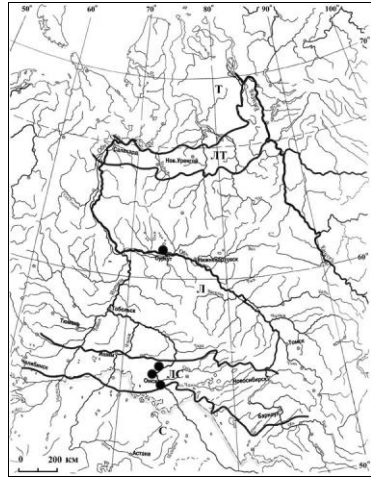
Puc. 11. Spirogyra bellis



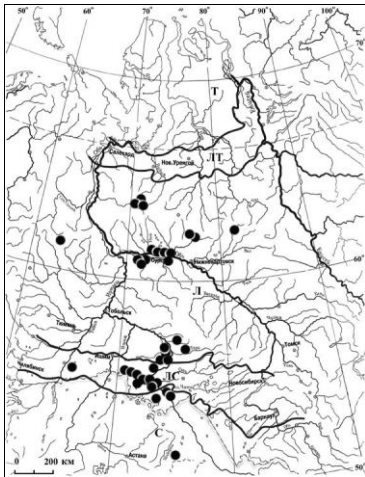
Puc. 12. Spirogyra calospora



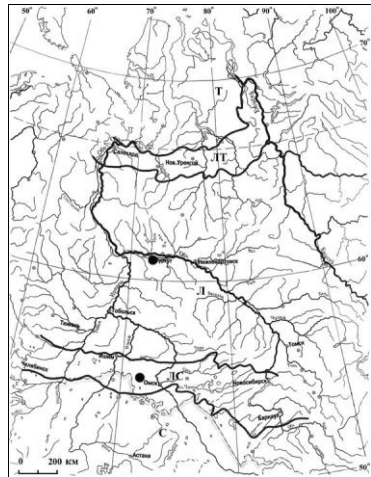
Puc. 13. Spirogyra crassa



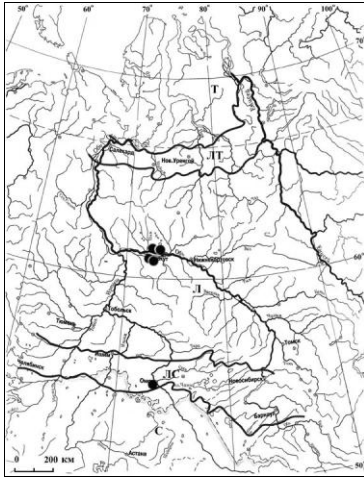
Puc. 14. Spirogyra daedalea



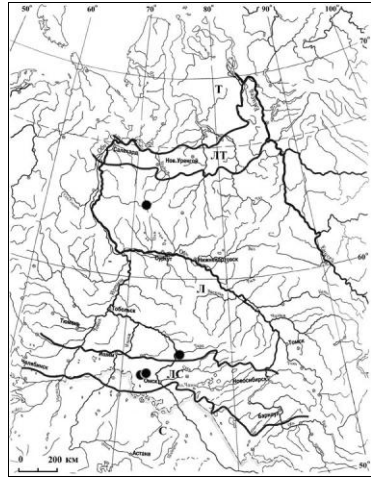
Puc. 15. Spirogyra decimina



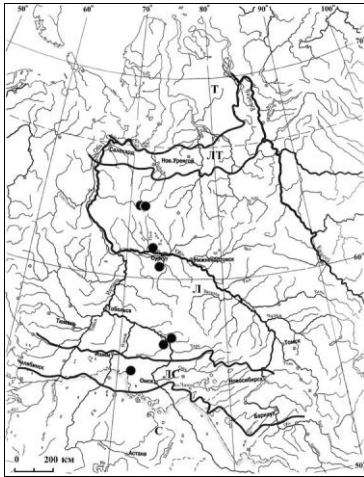
Puc. 16. Spirogyra dictyospora



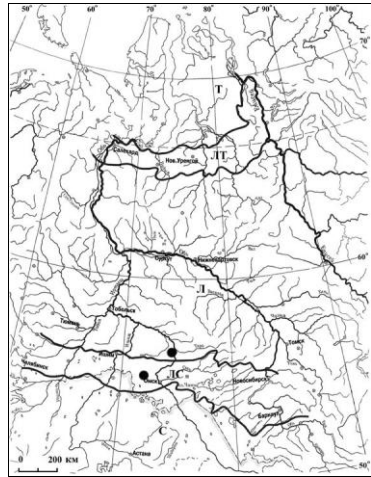
Puc. 17. Spirogyra fluviatilis



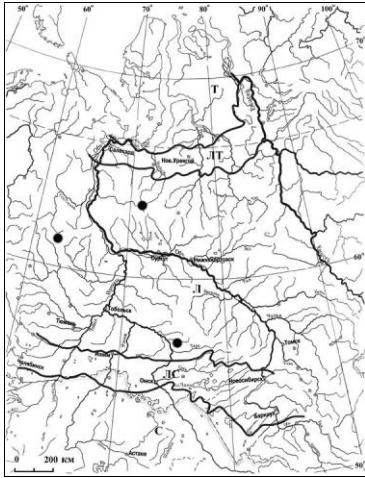
Puc. 18. Spirogyra gracilis



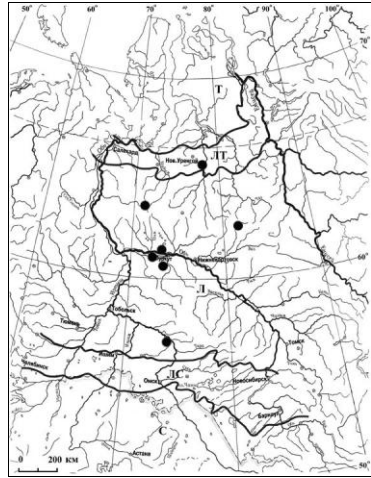
Puc. 19. Spirogyra hassallii



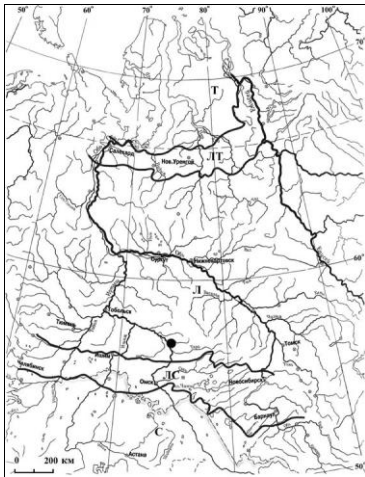
Puc. 20. Spirogyra hungarica



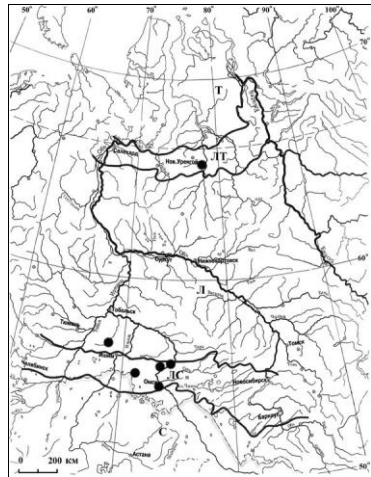
Puc. 21. Spirogyra inflata



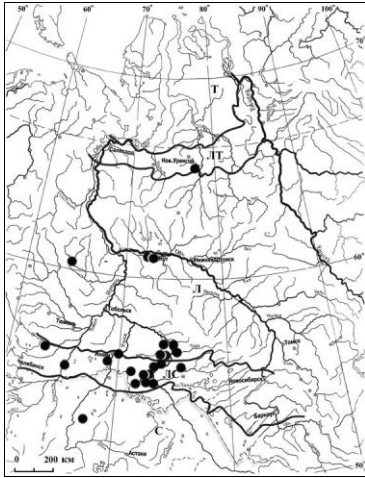
Puc. 22. Spirogyra insignis



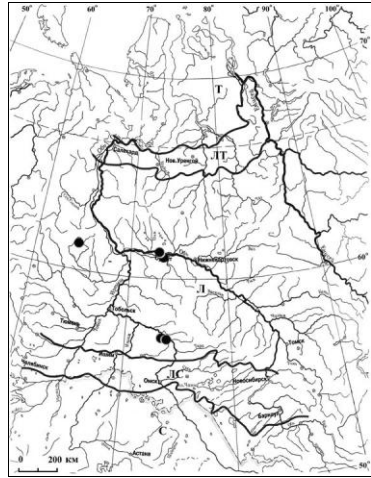
Puc. 23. Spirogyra irregularis



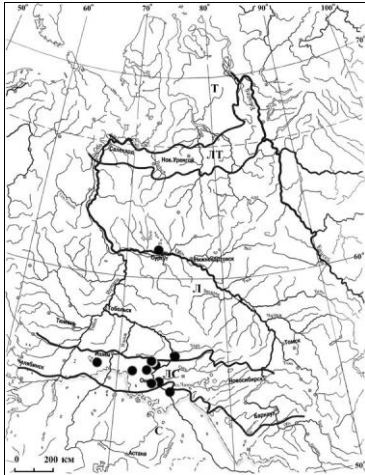
Puc. 24. Spirogyra majuscula



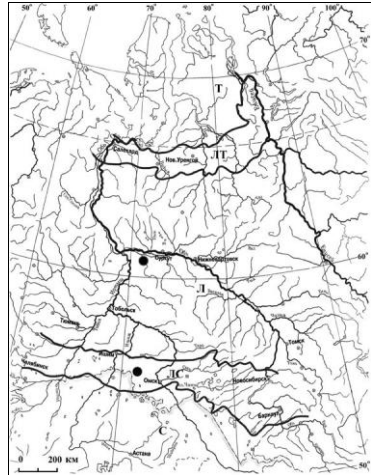
Puc. 25. Spirogyra maxima



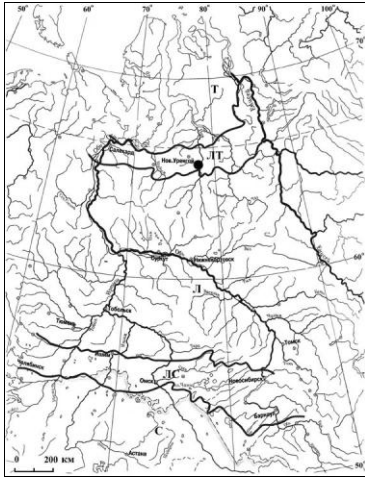
Puc. 26. Spirogyra mirabilis



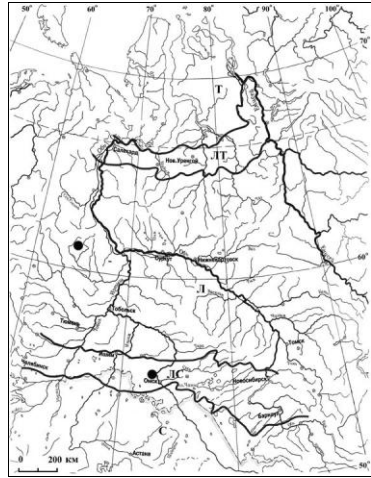
Puc. 27. Spirogyra neglecta



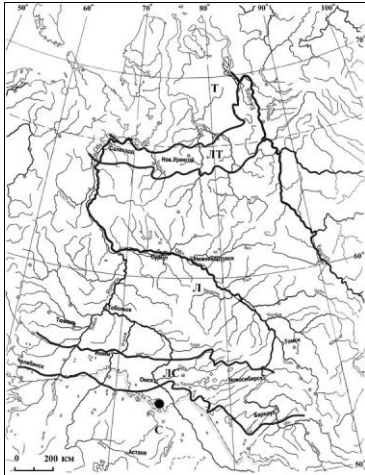
Puc. 28. Spirogyra nitida



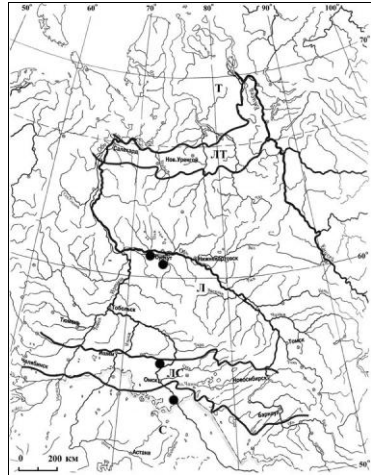
Puc. 29. Spirogyra pellucida



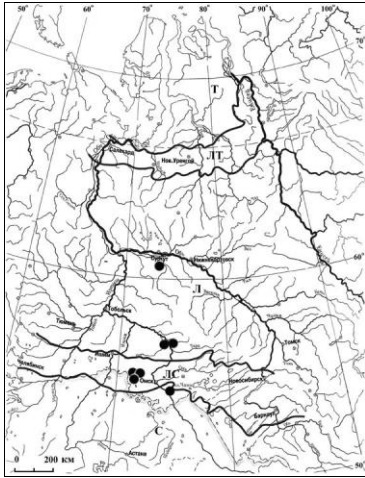
Puc. 30. Spirogyra porticalis



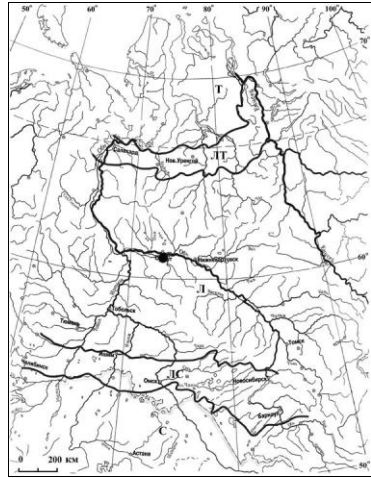
Puc. 31. Spirogyra punctata



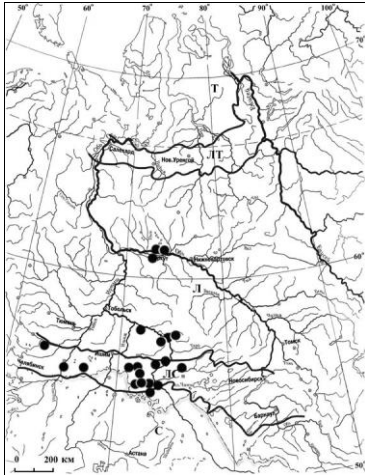
Puc. 32. Spirogyra quadrata



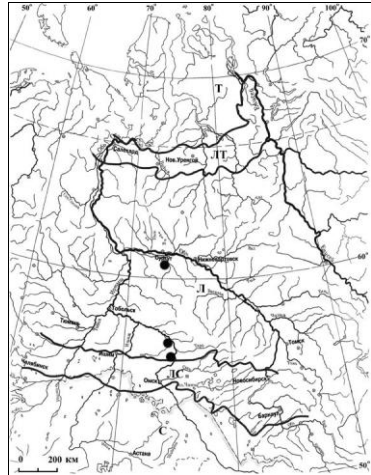
Puc. 33. Spirogyra reticulata



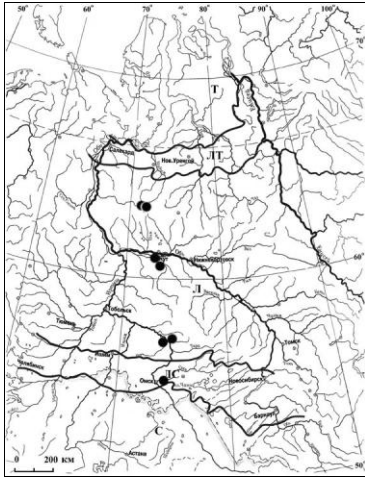
Puc. 34. Spirogyra rugulosa



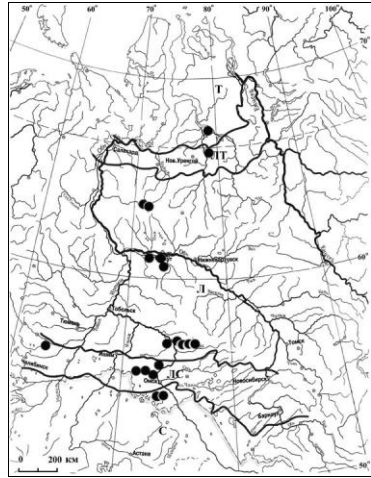
Puc. 35. Spirogyra setiformis



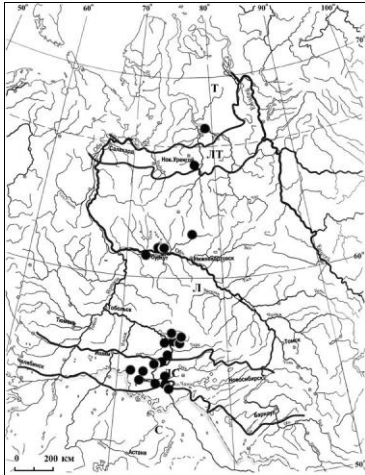
Puc. 36. Spirogyra subcolligata



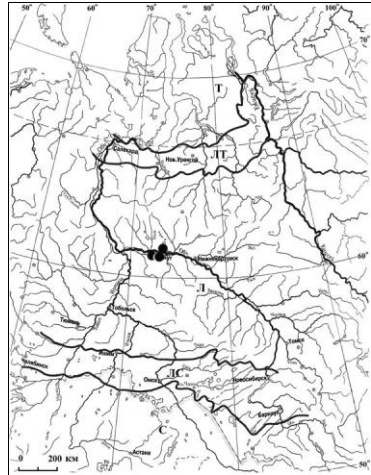
Puc. 37. Spirogyra tenuissima



Puc. 38. Spirogyra varians



Puc. 39. Spirogyra weberi



Puc. 40. Sirogonium sticticum

Приложение 3 Фотографии растительных группировок

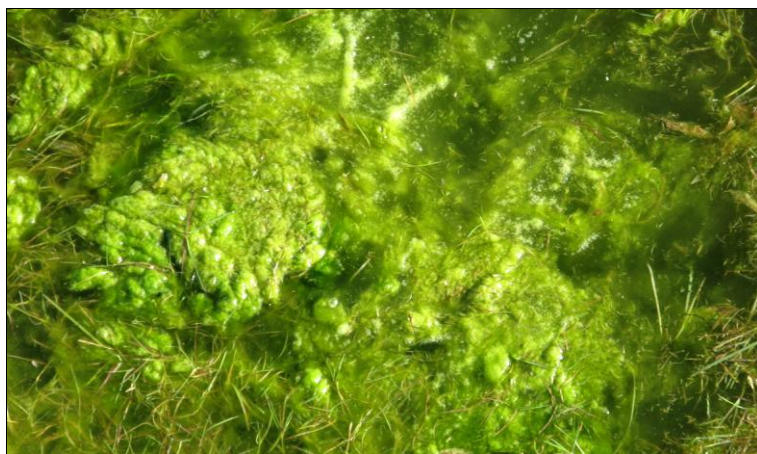


Рис. 1. Синузия *Zygnema cruciatum* + *Zygnema leiospermum* + *Mougeotia geniflexa* + *Spirogyra decimata* в болотниковом проценозе (водохранилище Сайма, ХМАО – Югра)



Рис. 2. Проценоз *Vaucheria geminata* + *Zygnema stellinum* + *Spirogyra decimata* (протока Берёзовая, ХМАО – Югра)



Рис. 3. Zygnema stellinum в ситнягово-тростниковом проценозе (котлован, Омская обл.)



Рис. 4. Моноценоз Zygonium ericetorum (озеро в бассейне р. Казым, ХМАО – Югра)



Рис. 5. Мезокомбинация *Cariceta rostratae* ↔ *Menyanthes trifoliatae* (0,0–0,5 м) → *Zygonieta ericetori* (0,5–1,8 м) (озеро в бассейне р. Казым, ХМАО – Югра)



Рис. 6. *Mougeotia geniflexa* в мужоциево-рясково-пузырчатковом ценозе (оз. Песчаное, Омская обл.)



Рис. 7. Хвощово-осоковый ценоз с синузией *Rhizoclonium hieroglyphicum* + *Mougeotia quadrangulata* + *Mougeotia nummuloides* + *Spirogyra decimina* (озеро в бассейне р. Надым, ХМАО – Югра)



Рис. 8. Синузия *Mougeotia scalaris* + *Spirogyra decimina* в тростниковом ценозе (водоём-охладитель Экибастузской ГРЭС-2, Казахстан)



Рис. 9. Сальвиниевый проценоз с синузией *Vaucheria sessilis* + *Spirogyra setiformis* + *Spirogyra crassa* + *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra maxima* + *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra decimina* + *Spirogyra varians* (протока р. Иртыш, Омская обл.)



Рис. 10. Синузия *Cladophora glomerata* + *Spirogyra decimina* в клубнекамышовом ценозе (оз. Стеклянное, Омская обл.)

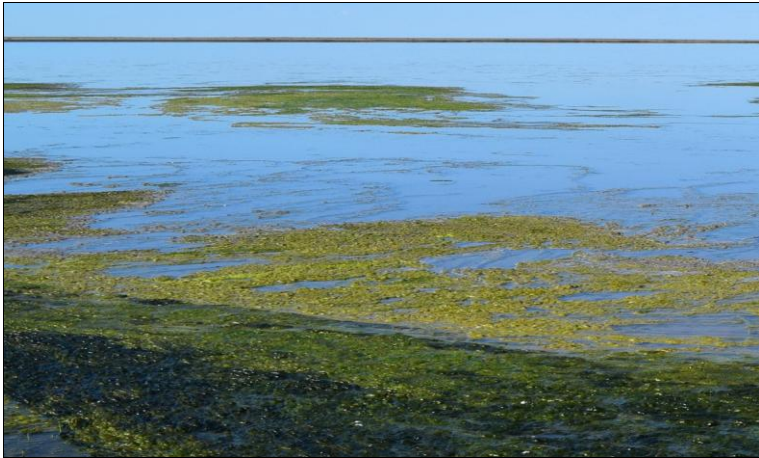


Рис. 11. Улотриковый проценоз с участием Spirogyra decimina (озеро на Барабинской низменности, Омская обл.)



Рис. 12. Синузия Mougeotia genuiflexa + Spirogyra decimina + Spirogyra gracilis + Spirogyra reticulata + Spirogyra setiformis в тростниковом ценозе (озеро, Омская обл.)



Рис. 13. Проценоз *Spirogyra varians* + *Spirogyra inflata* + *Spirogyra hassallii* (озеро в долине р. Казым, ХМАО – Югра)



Рис. 14. Синузия *Spirogyra insignis* + *Spirogyra varians* + *Spirogyra hassallii* в болотниковом проценозе (озеро в бассейне р. Казым, ХМАО – Югра)



Рис. 15. Синузия *Spirogyra majuscula* + *Spirogyra sp. ster.* в осоково-камышовом проценозе (временный водоём по долине р. Вагай, Тюменская обл.)



Рис. 16. Синузия *Cladophora glomerata* + *Spirogyra maxima* в манниково-осоково-тростниковом ценозе (озеро в пойме р. Ишим, Тюменская обл.)



Рис. 17. Синузия Cladophora glomerata + Spirogyra taxita в сусаково-осоковом ценозе (озеро в пойме р. Ишим, Тюменская обл.)



Рис. 18. Синузия Spirogyra neglecta + Spirogyra daedalea + Spirogyra weberi в рдестово-пузырчатковом проценозе (временный водоём, Омская обл.)



Рис. 19. Синузия Spirogyra neglecta + Spirogyra setiformis в осоковом ценозе (озеро, Омская обл.)



Рис. 20. Рогозовый ценоз с участием Spirogyra nitida (временный водоём в долине р. Большой Салым, ХМАО – Югра)



Рис. 21. Синузия *Spirogyra quadrata* + *Spirogyra maxima* в харовом проценозе (временный водоём в пойме р. Иртыш, Омская обл.)



Рис. 22. Синузия *Spirogyra neglecta* + *Spirogyra setiformis* + *Oedogonium* sp. в рясково-пузырчатковом проценозе (временный водоём, Омская обл.)



Рис. 23. Рясковый проценоз с участием Spirogyra setiformis (временный водоток в котловине оз. Эбейты, Омская обл.)



Рис. 24. Проценоз Vaucheria geminata + Vaucheria walzii + Spirogyra varians + Spirogyra sp.ster. (р. Хадытаяха, ЯНАО)



Рис. 25. Проценоз Spirogyra varians (озеро в долине р. Казым, ХМАО – Югра)



Рис. 26. Синузия Spirogyra weberi + Spirogyra sp. ster. + Mougeotia sp. ster. + Oedogonium sp. в рясково-пузырчатковом ценозе (р. Тарбуга, Омская обл.)

Научное издание

**Свириденко Борис Фёдорович
Свириденко Татьяна Викторовна
Мурашко Юрий Александрович**

**НИТЧАТЫЕ ЗИГНЕМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ
(ZYGNEMATALES)
ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ**

Монография
Авторская редакция

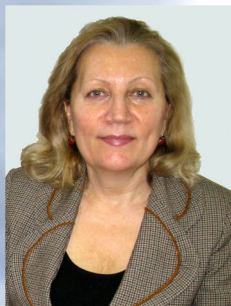
Подписано в печать 10.02.2019.
Формат 80 x 64 1/16
Усл. печ. л. 16,62. Уч.-изд. л. 10,33.
Тираж 500 экз. Заказ № 011

Отпечатано в ООО «Амфора».
644042, г. Омск, проспект Карла Маркса, 34 А.
Тел./факс: (3812) 957-177.
E-mail: amfora2002@inbox.ru





Свириденко
Борис Фёдорович
bosviri@mail.ru



Свириденко
Татьяна Викторовна
tatyanasv29@yandex.ru



Мурашко
Юрий Александрович
murashko.yu@mail.ru

