

Б. Ф. Свириденко, К. С. Евженко, А. Н. Ефремов, О. Е. Токарь, Т. В. Свириденко,  
А. Г. Окуловская

## ШИРОТНО-ЗОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗИГНЕМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ (ZYGNEMATALES) НА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЕ

### Введение

Порядок Zygnematales из отдела Chlorophyta на Западно-Сибирской равнине остается неизученной группой водорослей. Исследование зигнемовых затруднено из-за преобладания у них стерильных стадий в течение основной части вегетационного сезона, тогда как точное определение видов возможно только по фертильным стадиям [1]. Наиболее ранние сведения о 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 на современной границе Томской области с Красноярским краем (цит. по: [2]). В списке водорослей Алтая и Томской губернии, составленном Т. К. Триполитовой в 1928 г. [2], приведено 26 видовых и внутривидовых таксонов зигнемовых для восточной части Западно-Сибирской равнины. Этот список почти полностью основан на материалах В. Козловского, причем по фертильным стадиям был определен только вид *Spirogyra crassa* Kütz. Еще 15 таксонов были определены по стерильным образцам: *Spirogyra quadrata* (Hass.) Petit; *S. irregularis* Näg., *S. inflata* (Vaugh) Kütz. (= *S. spreeiana* Rabenh.), *S. weberi* Kütz. var. *elongata* (Spree) Rabenh., *S. laxa* Kütz., *S. decimina* (Müll.) Kütz. f. *communis* (Hass.) V. Poljansk. (= *S. communis* (Hass.) Kütz.), *S. rivularis* (Hass.) Rabenh., *S. nitida* (Dillw.) Link; *S. setiformis* (Roth) Kütz., *S. majuscula* Kütz. (= *S. majuscula* Kütz. var. *brachymeres* Stitzenberger), *S. maxima* (Hass.) Wittr. f. *maxima* Rund. (= *S. orbicularis* (Hass.) Kütz.), *S. densa* Kütz., *Zygnema cruciatum* (Vauch.) Ag., *Z. vaucherii* Ag. (= *Z. stellinum* (Vauch.) Ag. var. *vaucherii* (Ag.) Kirchn.), *Mougeotia laetevirens* (A. Br.) Wittr. По собственным исследованиям в окрестностях Томска Т. К. Триполитова [2] привела 4 таксона, в том числе 3 новых для этого района: *Spirogyra tenuissima* (Hass.) Kütz., *Sirogonium sticticum* (Engl. Bot.) Kütz. f. *sticticum* Rund. (= *Spirogyra stictica* (Engl. Bot.) Wille); *Zygnema stellinum* (Vauch.) Ag., а также отмеченный ранее вид *Zygnema cruciatum*. В фертильном состоянии Т. К. Триполитовой был обнаружен только *Sirogonium sticticum*. В целом же из 19 валидных видов, указанных для восточной окраины Западно-Сибирской равнины [2], по фертильным стадиям были определены *Spirogyra crassa* и *Sirogonium sticticum* (около 10%).

В более поздних региональных альгологических работах зигнемовые водоросли совершенно не рассматривались или были представлены очень обобщенно. В работе по водорослям бассейна Иртыша Г. П. Андреев с соавторами [3] указали 3 вида для р. Оша: *Mougeotia genuflexa* (Dillw.) Ag., *Spirogyra crassa*, *S. porticalis* (Müll.) Cleve, тогда как

---

© Б. Ф. Свириденко, К. С. Евженко, А. Н. Ефремов, О. Е. Токарь, Т. В. Свириденко, А. Г. Окуловская, 2012

для других водных объектов привели только родовые названия (*Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema*). Для низовьев Оби, Обской и Тазовской губ. И. А. Киселев [4] указал только роды *Mougeotia* и *Spirogyra*. Для системы оз. Чаны в Новосибирской области Т. Г. Попова [5] привела русские названия трех основных родов (спирогира, зигнема, мужоция), однако в оз. Большие Чаны отметила вид *Mougeotia calcarea* (Cleve) Wittr. В список водорослей средней части бассейна Иртыша и его притоков (в пределах Омской и Тюменской областей) О. П. Баженова [6] включила только род *Mougeotia*. В сводке А. Ф. Лукницкой [7] по конъюгатам севера России для Сибири (Ямал) отмечены единичные местонахождения трех таксонов родового уровня (*Zygnema*, *Mougeotia*, *Spirogyra*) в связи с отсутствием сборов фертильных стадий.

Проведенные в последние годы гидробиологические работы показали, что зигнемовые — широко распространенная на Западно-Сибирской равнине группа водорослей [8–12]. Представители порядка *Zygnematales* иногда являются эдификаторами в локальных водных экосистемах, где они входят в состав ценозов континентальноводной макрофитной растительности наряду с высшими гидрофитами. Особенно велика роль этих организмов в формировании нестабильных группировок — проценозов. Во многих водных объектах региона виды зигнемовых водорослей являются ассектаторами или даже эдификаторами стабильных гидрофитоценозов, существующих в водных экотопах на протяжении многих вегетационных сезонов. В период вегетации эти водоросли заметно влияют на среду обитания гидробионтов, поэтому они также считаются средообразующими организмами. Зигнемовые ограниченно используются в системах фитоиндикации качественного состояния водных объектов [13, 14], что связано с недостатком сведений об их экологии. Накопление новой информации о зигнемовых водорослях, несомненно, расширит возможности комплексного контроля экологического состояния водных объектов в регионе. Специальное исследование зигнемовых водорослей на Западно-Сибирской равнине представляет актуальную задачу.

### Материалы и методы исследования

Изучение зигнемовых водорослей выполнено в 2006–2011 гг. на территории, расположенной между 53–67° с. ш. и 70–80° в. д. (Тюменская и Омская области). Цель исследований состояла в выявлении таксономического разнообразия, особенностей морфологии, экологии, биологии, географического распространения и ценотической роли зигнемовых водорослей в разных ботанико-географических зонах региона. На севере Тюменской области было обследовано свыше 80 участков акваторий разнотипных водных объектов Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) в бассейнах Пура и Таза, а также около 150 участков акваторий в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре (ХМАО) в бассейне Оби. На юге Тюменской области обследовано свыше 40 участков акваторий озер, рек, временных водоемов в бассейне Ишима. В Омской области обследовано более 70 участков водных объектов в бассейне Иртыша. В статье учтены также материалы, полученные в 1984–2005 гг. в Новосибирской области и в северных областях Республики Казахстан (рис. 1). Сбор и обработка образцов проводились в соответствии с методикой, изложенной в работе Л. А. Рундиной [1]. Полевые исследования выполнены в тундровой и лесотундровой зонах в июле–августе, в остальных зонах — в мае–октябре. Сбор талломов осуществляли вручную в прибрежной полосе водных объектов, где зигнемовые развиваются обильно и поэтому

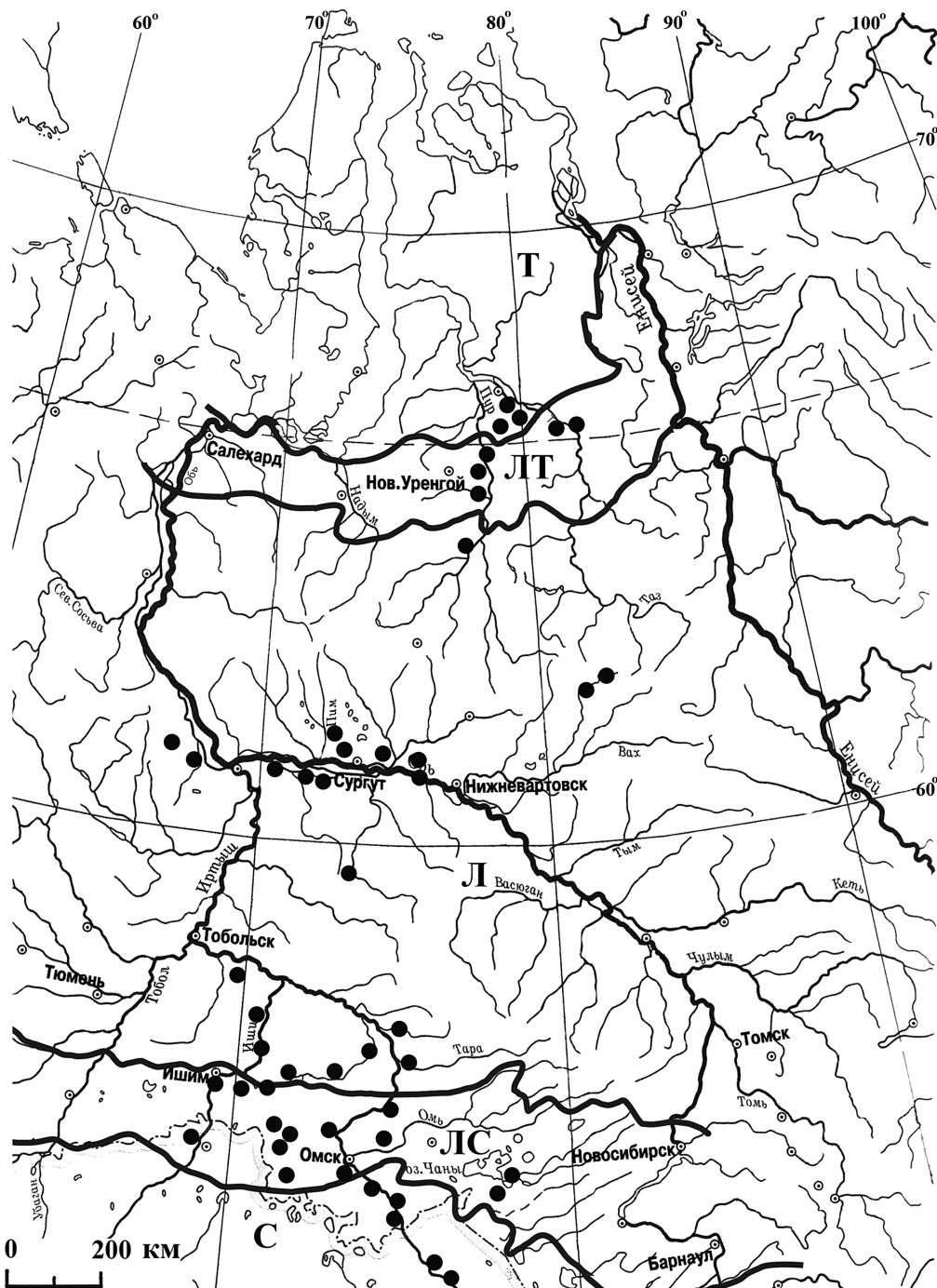


Рис. 1. Основные пункты сбора образцов Zygnematales на Западно-Сибирской равнине  
 Ботанико-географические зоны: Т — тундровая; ЛТ — лесотундровая; Л — лесная; ЛС — лесостепная;  
 С — степная.

хорошо заметны. В каждой популяции собирали от 2 до 10 образцов (скоплений талломов) объемом 5–10 мл каждый, которые фиксировали этиловым спиртом. Нередко проводили также гербаризацию. Просмотр всех образцов выполняли под биноклярной лупой (МБС-10) в чашках Петри, затем материал исследовали под микроскопами Levenhuk-850, Микмед, МБИ-3 при 80–800-кратном увеличении. Измерения клеток и зигоспор, необходимых для определения видов, выполнены с применением программы ScorePhoto. Микрофотографии получены с помощью цифровых фотокамер DCM и Canon. Рисунки подготовлены по оригинальным микрофотографиям с помощью компьютерной программы векторной графики Adobe Illustrator и графического редактора Adobe Photoshop. Популяции зигнемовых водорослей были отмечены на 89 участках из 320 обследованных водных объектов региона (28%). В фертильном состоянии найдено 37 популяций (41%). Всего фертильные популяции зарегистрированы в 11% от числа исследованных участков акваторий.

Местообитания зигнемовых отличались мелководностью (0,1–0,4 м, реже до 1,0 м), песчано-илистыми грунтами. В ЯНАО поверхностные воды имеют гидрокарбонатно-кальциевый состав (минерализация 0,03–0,1 г/дм<sup>3</sup>), нейтральную реакцию (рН 6,5–7,5), низкую общую жесткость (0,2–1,0 мг-экв./дм<sup>3</sup>) и высокое содержание общего железа (0,5–5,0 мг/дм<sup>3</sup>).

Сходные физико-химические параметры природных поверхностных вод характерны и для местообитаний зигнемовых в Ханты-Мансийском автономном округе. Речные и озерные воды этого региона имеют нейтральную и слабощелочную реакцию (рН 6,5–7,9), гидрокарбонатно-кальциевый состав, малые значения минерализации (0,04–0,20 г/дм<sup>3</sup>) и общей жесткости (0,9–2,5 мг-экв./дм<sup>3</sup>). Концентрация фосфатов равна 0,10–0,38 мг/дм<sup>3</sup>, соединений азота — 0,7–3,1 мг/дм<sup>3</sup>. На фоне низкого содержания кальция (10–30 мг/дм<sup>3</sup>) отмечают значительную концентрацию железа (0,55–3,90 мг/дм<sup>3</sup>) и марганца (0,03–0,42 мг/дм<sup>3</sup>). По содержанию фосфатов и нитратов вода Оби и пойменных водоемов относится к классам удовлетворительной чистоты (разряды достаточно чистых и слабо загрязненных вод) и загрязненных вод (разряд умеренно загрязненных вод) [15, 16]. В бассейне Оби зигнемовые были обнаружены на отдельных нефтезагрязненных участках в качестве основной группы макроскопических фотоавтотрофов в поверхностных водах с высокой концентрацией техногенных углеводов, что подчеркивает большое значение этих водорослей для процесса самоочищения водных объектов. В лесостепной и степной зонах Западно-Сибирской равнины имеется большое разнообразие поверхностных вод по составу и концентрации растворенных солей и другим параметрам [17–19]. Однако популяции зигнемовых отмечены преимущественно в ультрапресных и типично пресных гидрокарбонатно-кальциевых и гидрокарбонатно-натриевых водах с минерализацией до 0,3–0,5 г/дм<sup>3</sup>, реже до 1,0 г/дм<sup>3</sup>, с общей жесткостью до 2,7–6,7 мг-экв./дм<sup>3</sup>, в диапазоне рН 6,6–8,4.

### Результаты исследования и их обсуждение

За весь период собраны фертильные образцы пятнадцати видов зигнемовых водорослей из четырех родов и трех семейств, в том числе в семействе Zygnemataceae один вид из рода *Zygnema*, в семействе Mougeotiaceae два вида из рода *Mougeotia*, в семействе Spirogyraceae одиннадцать видов из рода *Spirogyra* и один вид из рода *Sirogonium* (таблица).

Количество обнаруженных фертильных популяций Zygnematales  
в ботанико-географических зонах Западно-Сибирской равнины

№	Вид	Ботанико-географические зоны			
		Т	ЛТ	Л	ЛС
1	<i>Zygnema leiospermum</i>	–	–	1	–
2	<i>Mougeotia genuflexa</i>	–	–	3	–
3	<i>Mougeotia laetevirens</i>	–	–	3	–
4	<i>Spirogyra calospora</i>	1	–	–	–
5	<i>Spirogyra crassa</i>	–	–	2	–
6	<i>Spirogyra decimina</i>	2	1	8	–
7	<i>Spirogyra irregularis</i>	–	–	1	–
8	<i>Spirogyra maxima</i>	–	–	–	1
9	<i>Spirogyra nitida</i>	–	–	–	1
10	<i>Spirogyra pellucida</i>	–	1	–	–
11	<i>Spirogyra quadrata</i>	–	–	–	1
12	<i>Spirogyra setiformis</i>	–	–	3	2
13	<i>Spirogyra varians</i>	1	1	–	–
14	<i>Spirogyra weberi</i>	–	–	2	–
15	<i>Sirogonium sticticum</i>	–	–	2	–
Всего		4	3	25	5

Примечание. Условные обозначения как на рис. 1.

Представители трех основных родов зигнемовых водорослей (*Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema*) были обнаружены в стерильном состоянии во всех ботанико-географических зонах Западно-Сибирской равнины. В лесной зоне зарегистрирован также вид из рода *Sirogonium*. В фертильном состоянии представители всех четырех родов отмечены в лесной зоне, тогда как в тундровой, лесотундровой и лесостепной зонах — только виды рода *Spirogyra*. Образцы зигнемовых из степной зоны собраны в стерильном состоянии.

Приводим список видов, обнаруженных в фертильном состоянии в водных объектах Западно-Сибирской равнины с описанием местонахождений.

Порядок ZYGNEMATALES — Зигнемовые.

Семейство 1. *Zygnemataceae* Palla — Зигнемовые.

Род 1. *Zygnema* Ag. — Зигнема.

1. *Zygnema leiospermum* De Bary — Зигнема гладкоспоровая (рис. 2 а, б). ХМАО, г. Сургут, водохранилище Сайма (61°14' с. ш., 73°25' в. д.), глубина 0,1–0,4 м, грунт — песок, 16.09.2008; там же, 26.08.2009.

Семейство 2. *Mougeotiaceae* Palla — Мужоциевые.

Род 2. *Mougeotia* Ag. — Мужоция.

2. *Mougeotia genuflexa* (Dillw.) Ag. — Мужоция коленчато-изогнутая (рис. 2 в, г). ХМАО, Сургутский р-н, пойма р. Лямин, озеро без названия (62°09' с. ш., 70°14' в. д.), глубина до 0,5 м, грунт — песок, 17.07.2007 (собрал Г.М. Кукуричкин); Сургутское водохранилище на р. Черная (61°20' с. ш., 73°22' в. д.), глубина до 0,4 м, грунт — песок,

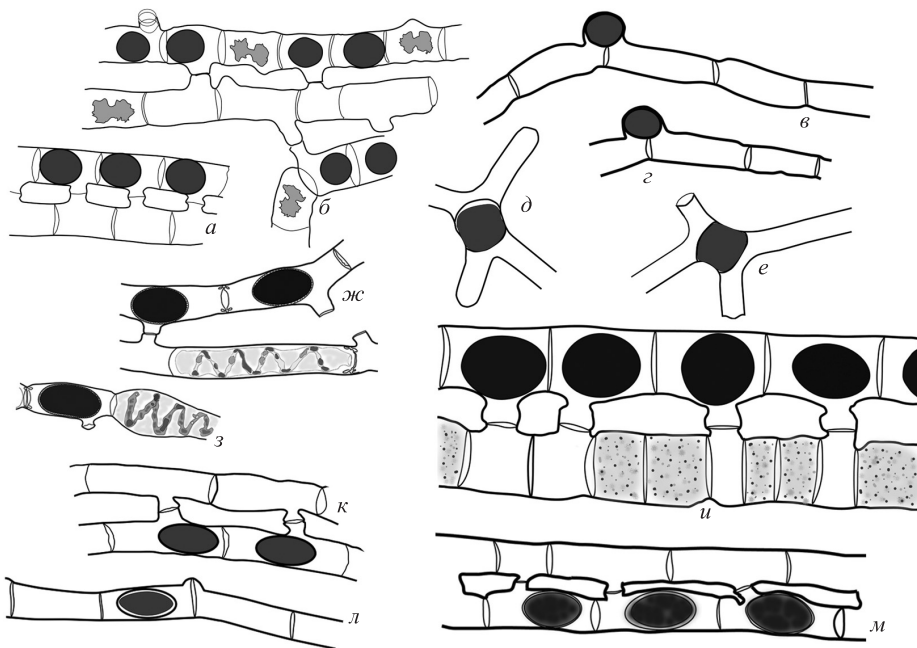


Рис. 2. Зигнемовые водоросли Западно-Сибирской равнины:

а, б — *Zygnema leiospermum*; в, г — *Mougeotia genuflexa*; д, е — *M. laetevirens*; ж, з — *Spirogyra calospora*; и — *S. crassa*; к, л — *S. decimina*; м — *S. irregularis*.

25.08.2009; долина р. Калинка (приток р. Обь), пруд (61°16' с. ш., 73°06' в. д.), глубина 0,1 м, грунт — заиленный песок, 15.07.2010.

3. *Mougeotia laetevirens* (A. Br.) Witttr. — Мужоция ярко-зеленая (рис. 2 д, е). ХМАО, Нижневартовский р-н, долина р. Глубокий Сабун, природный парк «Сибирские Увалы», пойменные озера (62°23' с. ш., 81°20' в. д.), глубина 0,1–0,3 м, грунт — заиленный песок, 27.07.2007; Ханты-Мансийский р-н, пойма р. Сеуль, временный водоем (61°20' с. ш., 67°45' в. д.), глубина 0,1–0,3 м, грунт — заиленный песок, 08.07.2009. Омская обл., Тарский р-н, среднее течение р. Оша у пос. Большие Туралы (56°45' с. ш., 73°59' в. д.), глубина 0,1–0,7 м, грунт — глинистый ил, 05.06.2011.

Семейство 3. *Spirogyraceae* Palla — Спирогировые.

Род 3. *Spirogyra* Link — Спирогира.

4. *Spirogyra calospora* Cleve — Спирогира красивоспоровая (рис. 2 ж, з). ЯНАО, Красноселькупский р-н, пойма р. Таз, пос. Газ-Сале, канава вдоль автодороги (67°22' с. ш., 78°59' в. д.), глубина 0,1 м, грунт — песок, 02.08.2009.

5. *Spirogyra crassa* Kütz. — Спирогира толстая (рис. 2 и). ХМАО, Сургутский р-н, протока Глухая (61°17' с. ш., 72°57' в. д.), глубина до 0,3 м, грунт — песок, 25.08.2009. Омская обл., Тарский р-н, пойма р. Иртыш, оз. Фрунзенское (56°49' с. ш., 74°32' в. д.), глубина до 0,1 м, грунт — глинистый ил, 12.09.2011.

6. *Spirogyra decimina* (Müll.) Kütz. — Спирогира десятерная (рис. 2 к, л). ЯНАО, Пуровский р-н, водораздел рек Пур и Таз, озеро без названия (66°30' с. ш., 79°21' в. д.), глубина до 0,4 м, грунт — песок, 24.08.2009; Красноселькупский р-н, пойма р. Таз, пос. Газ-Сале, канава вдоль автодороги (67°22' с. ш., 78°59' в. д.), глубина 0,1 м,

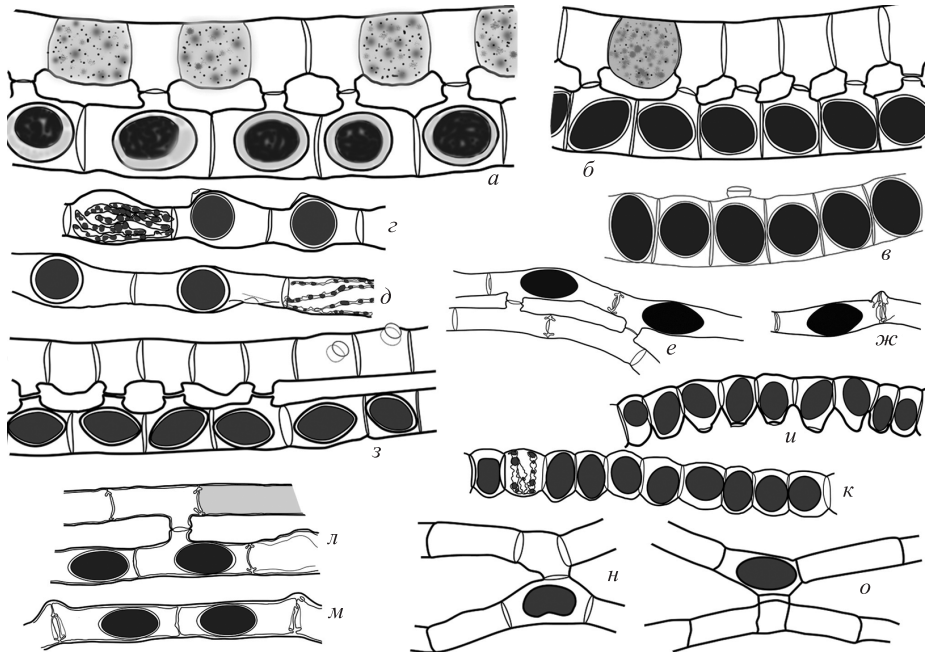


Рис. 3. Зигнемовые водоросли Западно-Сибирской равнины:

*a* — *Spirogyra maxima*; *б, в* — *S. nitida*; *z, д* — *S. pellucida*; *е, ж* — *S. quadrata*; *з* — *S. setiformis*; *и, к* — *S. varians*; *л, м* — *S. weberi*; *н, о* — *Sirogonium sticticum*.

грунт — песок, 02.08.2009. ХМАО, Нижневартовский р-н, долина р. Глубокий Сабун, озеро без названия (62°23' с. ш., 81°20' в. д.), глубина 0,1–0,4 м, грунт — заиленный песок, 04.08.2007; г. Сургут, водохранилище на р. Сайма (61°14' с. ш., 73°25' в. д.), глубина 0,1–0,3 м, грунт — песок, 26.08.2009; Сургутский р-н, Сургутское водохранилище на р. Черная (61°20' с. ш., 73°22' в. д.), глубина 0,1–0,2 м, грунт — заиленный песок, 25.08.2009; долина р. Калинка (приток р. Обь) (61°16' с. ш., 73°06' в. д.), глубина 0,1–0,4 м, грунт — заиленный песок, 15.07.2010; долина р. Юган (60°53' с. ш., 73°42' в. д.), придорожная канава, глубина 0,1 м, грунт — песок, 14.10.2011; Нефтеюганский р-н, долина р. Обь, временный водоем на нефтезагрязненном участке (61°10' с. ш., 73°01' в. д.), глубина 0,3 м, грунт — песок, 07.09.2009. Омская обл., Тарский р-н, пойма р. Иртыш, оз. Фрунзенское (56°49' с. ш., 74°32' в. д.), глубина 0,1–0,2 м, грунт — глинистый ил, 06.08.2011.

7. *Spirogyra irregularis* Näg. — Спирогира неправильная (рис. 2м). Омская обл., Тарский р-н, пойма р. Иртыш, оз. Сеитовское (57°00' с. ш., 74°13' в. д.), глубина до 1,0 м, грунт — глинистый и песчаный ил, 19.07.2011.

8. *Spirogyra maxima* (Hass.) Wittr. — Спирогира наибольшая (рис. 3а). Омская обл., Омский р-н, пойма р. Иртыш, временный водоем (54°50' с. ш., 73°20' в. д.), глубина 0,1–0,3 м, грунт — песок, 06.08.2010; Называевский р-н, котлован для водопоя (55°31' с. ш., 71°35' в. д.), глубина 0,1–0,4 м, грунт — заиленный суглинок, 11.09.2010.

9. *Spirogyra nitida* (Dillw.) Link — Спирогира блестящая (рис. 3б, в). Омская обл., Называевский р-н, озеро без названия (55°32' с. ш., 71°37' в. д.), глубина 0,2–0,5 м, грунт — грубодетритный ил на почве, 27.08.2011.

10. *Spirogyra pellucida* (Hass.) G.S. West — Спирогира прозрачная (рис. 3з, д). ЯНАО, Пуровский р-н, пойма р. Пур, озеро без названия (65°58' с. ш., 78°19' в. д.), глубина 0,1–0,6 м, грунт — заиленный песок, 22.08.2009.

11. *Spirogyra quadrata* (Hass.) Petit — Спирогира квадратная (рис. 3е, ж). Омская обл., Омский р-н, пойма р. Иртыш, временный водоем (54°50' с. ш., 73°20' в. д.), глубина 0,1–0,3 м, грунт — песок, 06.08.2010.

12. *Spirogyra setiformis* (Roth) Kütz. — Спирогира щетинковидная (рис. 3з). ХМАО, г. Сургут, Сургутское водохранилище на р. Черная (61°20' с. ш., 73°22' в. д.), глубина до 0,4 м, грунт — песок, 25.08.2009; Сургутский р-н, протока Глухая (61°17' с. ш., 72°57' в. д.), глубина до 0,3 м, грунт — песок, 25.08.2009. Омская обл., Тарский р-н, пойма р. Иртыш, оз. Сибиляковское (57°02' с. ш., 74°07' в. д.), глубина 0,1–0,2 м, грунт — песчаный ил, 10.06.2011; Называевский р-н, озеро без названия (55°32' с. ш., 71°37' в. д.), глубина 0,2–0,5 м, грунт — грубодетритный ил на почве, 11.09.2010; там же, 27.08.2011; Москаленский р-н, южная окраина котловины оз. Эбейты, зарастающий водоток из Амринской балки (54°33' с. ш., 71°47' в. д.), глубина 0,2–0,4 м, грунт — заиленный песок, 22.09.2010.

13. *Spirogyra varians* (Hass.) Kütz. — Спирогира изменчивая (рис. 3и, к). ЯНАО, Красноселькупский р-н, пойма р. Таз, пос. Газ-Сале, канава вдоль автодороги (67°22' с. ш., 78°59' в. д.), глубина 0,1 м, грунт — песок, 02.08.2009; Пуровский р-н, р. Хадытаяха (66°17' с. ш., 79°16' в. д.), глубина 0,1–0,4 м, грунт — песок, 23.08.2009.

14. *Spirogyra weberi* Kütz. — Спирогира Вебера (рис. 3л, м). ХМАО, Сургутский р-н, долина р. Черная (61°20' с. ш., 73°22' в. д.), пруд, глубина 0,1–0,2 м, грунт — песок, 25.08.2009. Омская обл., Тарский р-н, пойма р. Иртыш, оз. Сеитовское (57°00' с. ш., 74°13' в. д.), глубина до 1,5 м, грунт — глинистый и песчаный ил, 25.07.2011.

Род 4. *Sirogonium* Kütz. — Сирогониум.

15. *Sirogonium sticticum* (Engl. Bot.) Kütz. — Сирогониум испещренный (рис. 3н, о). ХМАО, Нефтеюганский р-н, пойма р. Обь, озеро без названия (60°58' с. ш., 72°38' в. д.), глубина 0,2 м, грунт — заиленный песок, 04.10.2009; там же, канава вдоль шоссе (61°15' с. ш., 73°10' в. д.), глубина 0,1–0,4 м, грунт — заиленный песок, 21.06.2010.

Несмотря на фрагментарность данных сведений, представляется возможным провести краткий анализ географического распространения видов в регионе. Обращает на себя внимание различие видовых составов зигнемовых водорослей смежных ботанико-географических зон Западно-Сибирской равнины. При сравнении зональных списков видов коэффициент Жаккара в видоизменении Л. И. Малышева [20] ( $K_{J-M}$ ) в основном имеет отрицательные значения (от –0,8 до –1), что свидетельствует о крайнем различии ботанико-географических зон по этому показателю. Только при сравнении списков зигнемовых водорослей тундровой и лесотундровой зон  $K_{J-M}$  равен нулю.

Согласно Л. А. Рундиной [1], для зигнемовых водорослей характерны 2 максимума вегетации — основной весенне-летний и меньший осенний, в ходе которых конъюгация и зиготообразование кратковременны и непостоянны и зависят от температурных, световых, гидрологических и гидрохимических условий. На Западно-Сибирской равнине в целом данная особенность вегетации зигнемовых сохраняется. Общий генеративный период порядка Zygnematales на этой территории составляет до 14 декад (с начала июня по середину октября), однако на севере он короче, чем на юге (рис. 4).

В тундровой и лесотундровой зонах (65–67°с. ш.) в генеративном состоянии зигнемовые обнаружены только в течение трех декад (август). На этом широтном участке



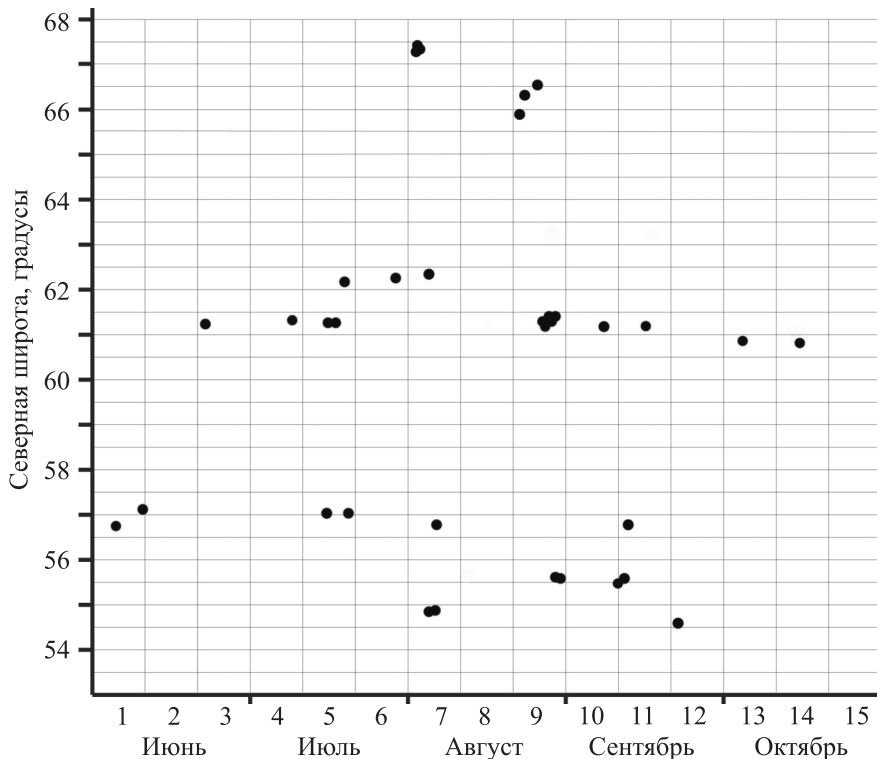


Рис. 4. Распределение местонахождений фертильных популяций Zygnematales Западно-Сибирской равнины по географической широте и срокам зиготообразования

с зигоспорами найдены *Spirogyra calospora*, *S. decimina*, *S. pellucida*, *S. varians*. В средней и северной частях лесной зоны (60–63° с. ш.) генеративный период продолжается 12 декад — с конца июня по середину октября. В стадии зиготообразования здесь собраны *Zygnema leiospermum*, *Mougeotia genuflexa*, *M. laetevirens*, *Spirogyra crassa*, *S. decimina*, *S. setiformis*, *S. weberi*, *Sirogonium sticticum*. На юге лесной зоны и в лесостепной зоне (54–57° с. ш.) генеративный период зигнемовых составляет также 12 декад, но он сдвинут на более ранние сроки на 2 декады (июнь–сентябрь). В фертильном состоянии на этом широтном участке обнаружены *Mougeotia laetevirens*, *Spirogyra decimina*, *S. maxima*, *S. nitida*, *S. quadrata*, *S. setiformis*, *S. irregularis*, *S. weberi*.

В лесной и лесостепной зонах Западно-Сибирской равнины отмечается постепенное возрастание фертильности зигнемовых, особенно с 5-й по 9-ю декаду генеративного периода, когда можно условно выделить 3 максимума — с середины июля по конец августа. В тундровой и лесотундровой зонах короткий теплый сезон обеспечивает один летний максимум развития зигнемовых, при этом фертильность наступает в августе. В целом на Западно-Сибирской равнине тренд фертильности Zygnematales имеет летне-осенний максимум (рис. 5).

Сравнение видов по срокам фертильности показывает, что в более ранние даты были зарегистрированы *Mougeotia laetevirens* и *Spirogyra setiformis*, формирующие зигоспоры в начале июня на юге лесной зоны. В конце июня отмечена фертильная популя-

ция *Sirogonium sticticum*. Виды рода *Mougeotia* завершают зиготообразование в июне (*M. laetevirens*) и в августе (*M. genuflexa*). Нередко встречались популяции видов этого рода в стадии массовой конъюгации, но без зиготообразования до конца вегетационных сезонов.

Более поздними сроками фертильной стадии отличается *Spirogyra decimina*. Популяции этого вида с зигоспорами зарегистрированы в разных пунктах лесной зоны с июня по октябрь. В октябре также отмечена фертильная стадия *Sirogonium sticticum*.

Кроме фертильных образцов зигнемовых водорослей был собран многочисленный стерильный материал. Некоторые стерильные образцы определены как вышеуказанные виды, остальные соответствуют по признакам вегетативных клеток другим видам: *Zygnema cruciatum* (Vauch.) Ag., *Spirogyra condensata* (Vauch.) Kütz., *S. fluviatilis* Hilse, *S. majuscula* Kütz., *S. neglecta* (Hass.) Kütz., *S. tenuissima* (Hass.) Kütz. [8, 10, 12, 21], однако присутствие этих видов в регионе требует подтверждения по фертильным стадиям.

### Заключение

Полученные материалы подтверждают присутствие в составе альгофлоры Западно-Сибирской равнины 11 видов зигнемовых водорослей, указанных другими авторами для этого региона (*Mougeotia genuflexa*, *M. laetevirens*, *Spirogyra crassa*, *S. decimina*, *S. irregularis*, *S. maxima*, *S. nitida*, *S. setiformis*, *S. quadrata*, *S. weberi*, *Sirogonium sticticum*). Кроме того, обнаружено 4 вида, новых для региона (*Zygnema leiospermum*, *Spirogyra calospora*, *S. pellucida*, *S. varians*). Остаются известными на этой территории по литературным данным такие виды, как *Zygnema cruciatum*, *Z. vaucherii*, *Z. stellinum*, *Mougeotia calcarea*, *Spirogyra densa*, *S. inflata*, *S. laxa*, *S. majuscula*, *S. porticalis*, *S. rivularis*, *S. tenuissima*. Популяции зигнемовых водорослей отмечены в 28% от числа исследованных участков водных объектов. Доля фертильных популяций составила 41%. Образцы с зигоспорами собраны в 11% от числа исследованных участков акваторий. Представители основных родов зигнемовых водорослей (*Zygnema*, *Mougeotia*, *Spirogyra*) обнаружены в стерильном состоянии во всех ботанико-географических зонах Западно-Сибирской равнины. В лесной зоне зарегистрирован также вид из рода *Sirogonium*. Установлено различие видовых составов зигнемовых водорослей ботанико-географических зон Западно-Сибирской равнины. В тундровой и лесотундровой зонах обнаружены *Spirogyra calospora*, *S. decimina*, *S. pellucida*, *S. varians*. В лесной зоне найдены *Zygnema leiospermum*, *Mougeotia genuflexa*, *M. laetevirens*, *Spirogyra crassa*, *S. decimina*, *S. setiformis*, *S. weberi*,

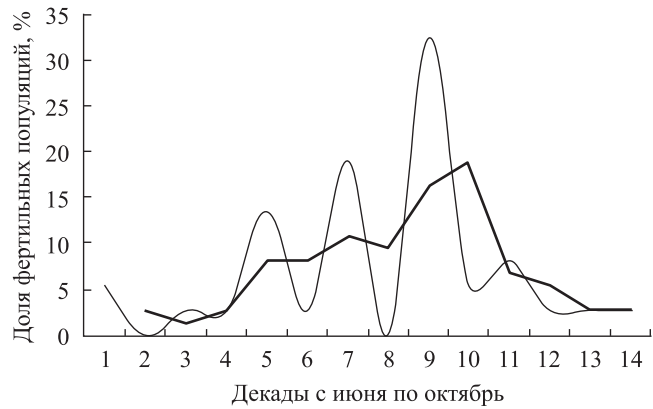


Рис. 5. Доля фертильных популяций Zygnematales Западно-Сибирской равнины в разные декады генеративного периода (июнь–октябрь)

Сглаженная линия — эмпирическая, ломаная линия — тренд.

*Sirogonium sticticum*. В лесостепной зоне отмечены *Spirogyra maxima*, *S. nitida*, *S. setiformis*, *S. quadrata*. При сравнении зональных списков видов выявлено существенное различие ботанико-географических зон по этому показателю. Генеративный период порядка Zygnematales на Западно-Сибирской равнине составляет 14 декад, но на севере он значительно короче. В тундровой и лесотундровой зонах в генеративном состоянии зигнемовые собраны только в августе. В северной и средней частях лесной зоны генеративный период продолжается 12 декад. На юге лесной зоны и в лесостепной зоне он сдвинут на более ранние сроки на 2 декады. На Западно-Сибирской равнине основным является летне-осенний максимум фертильности зигнемовых водорослей.

## Литература

1. Рундина Л. А. Зигнемовые водоросли России (Chlorophyta: Zygnematomyceae, Zygnematales). СПб.: Наука, 1998. 251 с.
2. Триполитова Т. К. Материалы к флоре споровых растений Алтая и Томской губернии. II. Водоросли // Изв. Томского ун-та. Томск: Красное Знамя, 1928. Т. 79, № 4. С. 271–325.
3. Водоросли реки Иртыш и его бассейна / Андреев Г. П., Горячева Г. И., Скабичевский А. П., Чернявская М. А., Чистяков Л. Д. // Природа поймы Оби и ее хозяйственное освоение. Труды ТГУ. Томск: ТГУ, 1963. Т. 152. С. 69–103.
4. Киселев 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. Ч. 1(3). Новосибирск: Наука, 1970. С. 41–54.
5. Попова Т. Г. Основные черты распределения и состава водорослевого населения озер Чаны и Яркуль в период многоводья 1947–1948 гг. // Водоросли, грибы и лишайники юга Сибири. М.: Наука, 1980. С. 3–45.
6. Баженова О. П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока. Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005. 248 с.
7. Лукницкая А. Ф. Конспект флоры конъюгат (Streptophyta, Zygnematomyceae) севера России // Новости сист. низш. раст. СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. Т. 40. С. 49–82.
8. Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В. Фототрофный компонент экосистемы водохранилища на реке Сайма (г. Сургут) // Северный регион: наука, образование, культура. № 2 (18). Сургут: Изд-во СурГУ, 2008. С. 89–99.
9. 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 проф. М. М. Кожова / Тез. докл. Междунар. науч. конф. и Междунар. школы для молодых ученых. Иркутск, 20–25 сент. 2010 г. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2010. С. 300.
10. Свириденко Б. Ф., Окуловская А. Г., Свириденко Т. В. Зигнемовые водоросли (Zygnematales) рекреационного водохранилища Сайма в городе Сургут // Материалы V междунар. науч.-практич. конф. «Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы». Ишим, 25–26 марта 2010 г. Ишим: Изд-во ИГПИ, 2010. С. 253–256.
11. Окуловская А. Г., Свириденко Б. Ф. Зигнемовые водоросли (Zygnematales) северных районов Западно-Сибирской равнины // Труды ТГУ. Сер. биол. Фундаментальные и прикладные аспекты современной биологии / Материалы первой Всерос. молодеж. конф., посвящ. 125-летию биол. исследований в ТГУ. Томск, 6–9 октября 2010 г. Томск: Изд-во ТГУ, 2010. Т. 275. С. 64–66.
12. Свириденко Б. Ф., Окуловская А. Г., Свириденко Т. В. Материалы по зигнемовым водорослям (Zygnematales) Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области // Материалы I (VII) Междунар. конф. по водным макрофитам «Гидробиотаника 2010». Борок, 9–13 октября 2010 г. Ярославль: Изд-во Принт-Хаус, 2010. С. 267–270.

13. *Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Изд-во Pilies Studio, 2006. 498 с.
14. *Свириденко Б. Ф., Мамонтов Ю. С., Свириденко Т. В.* Использование гидромакрофитов в комплексной оценке экологического состояния водных объектов Западно-Сибирской равнины. Омск: Амфора, 2011. 231 с.
15. *Уварова В. И.* Современное качество воды р. Оби в пределах Тюменской области // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2000. Вып. 1. С. 18–26.
16. *Бабушкин А. Г., Московченко Д. В., Пикунов С. В.* Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. Новосибирск: Наука, 2007. 152 с.
17. *Форш Т. Б.* Гидрохимическая характеристика озер Северного Казахстана в связи с условиями их существования // Озера полуаридной зоны. М., Л.: Наука, 1963. С. 75–117.
18. *Форш Т. Б.* Гидрохимическая характеристика озер семиаридных областей СССР // Озера семиаридной зоны СССР. Л.: Наука, 1970. С. 36–48.
19. *Савкин В. М., Двуреченская С. Я., Сапрыкина Я. В., Марусин К. В.* Основные гидролого-морфометрические и гидрохимические характеристики озера Чаны // Сибирский экол. журн. 2005. № 2. С. 183–192.
20. *Мальшев Л. И.* Флористические спектры Советского Союза // История флоры и растительности Евразии. Л.: Наука, 1972. С. 17–40.
21. *Свириденко Б. Ф., Окуловская А. Г., Свириденко Т. В.* Наблюдение фототаксиса *Spirogyra tajuiscula* (Zygnematales) // Современные проблемы биол. исслед. в Западной Сибири и на сопредельных территориях / Материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 15-летию биол. факультета СурГУ. Сургут, 2–4 июня 2011 г. Сургут: Изд-во ООО «Таймер», 2011. С. 216–219.

Статья поступила в редакцию 7 июня 2012 г.