

**О.Н.Скоробогатова**  
 Нижневартовск, Россия  
**Ю.В.Науменко**  
 Новосибирск, Россия

**O.N.Skorobogatova**  
 Novosibirsk, Russia  
**Y.V.Naumenko**  
 Nizhnevartovsk, Russia

## ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПЛАНКТОНА РЕКИ ВАХ

## SPECIES COMPOSITION AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PLANKTONIC CYANOBACTERIA IN THE VAKH RIVER

**Аннотация.** В работе изложены результаты исследования синезеленых водорослей планктона реки Вах. Выявлено 32 таксона водорослей, относящихся к 13 родам, 10 семействам, 2 классам отдела *Cyanophyta*. Из них для исследуемой реки впервые указано 29. Один вид — *Anabaena spiroides* Kleb. в пробах не отмечен. Обсуждается таксономический состав и экологические характеристики синезеленых водорослей планктона реки Вах.

**Ключевые слова:** фитопланктон, синезеленые водоросли, река Вах, видовой состав, таксон, экологические характеристики.

**Сведения об авторах:** Скоробогатова Ольга Николаевна<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии; Науменко Юрий Витальевич<sup>2</sup>, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела низших растений ЦСБС СО РАН, заместитель директора ЦСБС СО РАН по науке.

**Место работы:** <sup>1</sup> Нижневартовский государственный университет; <sup>2</sup> Центральный сибирский ботанический сад, Сибирское отделение РАН.

**Контактная информация:** <sup>1</sup> 688217, г.Нижневартовск, ул.Мира, д.97, кв.60, тел.: (3466)436586; <sup>2</sup> 630090, г.Новосибирск, ул.Золотодолинская, д.101, факс: (383)3344433. E-mail: <sup>1</sup> Olnics@yandex.ru; <sup>2</sup> botgard@ngs.ru

**Abstract.** The work describes the results obtained from the study of planktonic cyanobacteria of the Vakh river. Thirty two taxons have been identified of 13 genera, 10 families, 2 classes of Cyanophyta division. Twenty nine of them were identified for the first time in the Vakh river. *Anabaena spiroides* species hasn't been found in the studied samples. Taxonomic composition and ecological characteristics of planktonic cyanobacteria found in the Vakh river are considered.

**Key words:** phytoplankton, cyanobacteria, the Vakh river, species composition, taxon, ecological characteristics.

**About the author:** Olga Niolaevna Skorobogatova<sup>1</sup>, Candidate of Biological Sciences, Associate professor at the Department of Ecology; Yuri Vitalievich Naumenko<sup>2</sup>, Doctor of Biological Sciences, leading researcher at the laboratory of lower plants in Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Deputy Director for Science at CSBG SB RAS.

**Place of employment:** <sup>1</sup> Nizhnevartovsk State University, <sup>2</sup> Central Siberian Botanical Garden SB RAS.

Чистые пресные воды являются важнейшим ресурсом для устойчивого развития цивилизации. Несмотря на огромные запасы пресных вод Ханты-Мансийский автономный округ — Югра испытывает дефицит в чистой питьевой воде. Для разработки приемов рационального использования водоемов необходимо исследование видового состава всех компонентов биоценоза, в том числе фитопланктона.

В структурно-функциональной организации водных экосистем *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*) занимают особое место. Это связано с уникальной способностью синезеленых водорослей фиксировать из атмосферы не только углерод, но и молекулярный азот, что определяет их важную роль в создании органического вещества в почвах и водоемах [14].

История изучения речных вод региона с целью определения видового состава фитопланктона ограничивается частичным обследованием реки Вах и фрагментарными сведениями [13]. В статье на основании материала, собранного в устье реки (июнь 1981 — 1985 гг. и июль 1986 г.), приводятся 3 вида синезеленых водорослей: *Anabaena flos-aquae*\*, *A. spiroides*, *Aphanizomenon flos-aquae*.

Целью данной работы является анализ таксономической структуры синезеленых водорослей планктона реки Вах и его эколого-географическая и сапробиологическая оценка.

\* Авторы видов водорослей приведены в таблице 1.

Вах, являясь полноводным правым притоком Оби, протекает в лесной зоне Ханты-Мансийского автономного округа, примерно по 61 параллели. Длина реки 964 км [12], ширина по оригинальным измерениям колеблется от нескольких метров в верховьях до 600 м в устье, глубина достигает 19 м, скорость течения 0,3—1,1 м/сек, высота берегов местами превышает 40 м, коэффициент извилистости 3—4 единицы. Заболоченность бассейна реки Вах составляет 60—80%, водосборная площадь более 76 тыс. км<sup>2</sup>, средний годовой расход воды находится в пределах 411—632 м<sup>3</sup>. Основным является снеговое питание, составляющее около 65% годового стока, дождевое — около 5%, грунтовое — 30%. Половодье колеблется от 2 до 2,5 месяцев, весенний уровень воды поднимается на 7,5—9,0 м относительно зимнего уровня, с пиком в середине июня [5]. Климат в бассейне водотока континентальный, с очень короткими переходными сезонами, летний сезон 95 дней [16]. По оригинальным наблюдениям продолжительность ледостава составляет от 178 до 222 дней, толщина льда не превышает 71 см, высота снега на нем 40 см. Переход реки на летний режим отмечен в первой половине июня, к концу июля температура воды иногда достигает +26°C, затем следует ее понижение до +4°C к концу октября.

Материал отобран на четырех створах [17]: верхний — № 4 (летний сезон), два средних — № 2—3 (круглогодично), нижний — № 1 (круглогодично) и маршрутным методом (рис. 1).

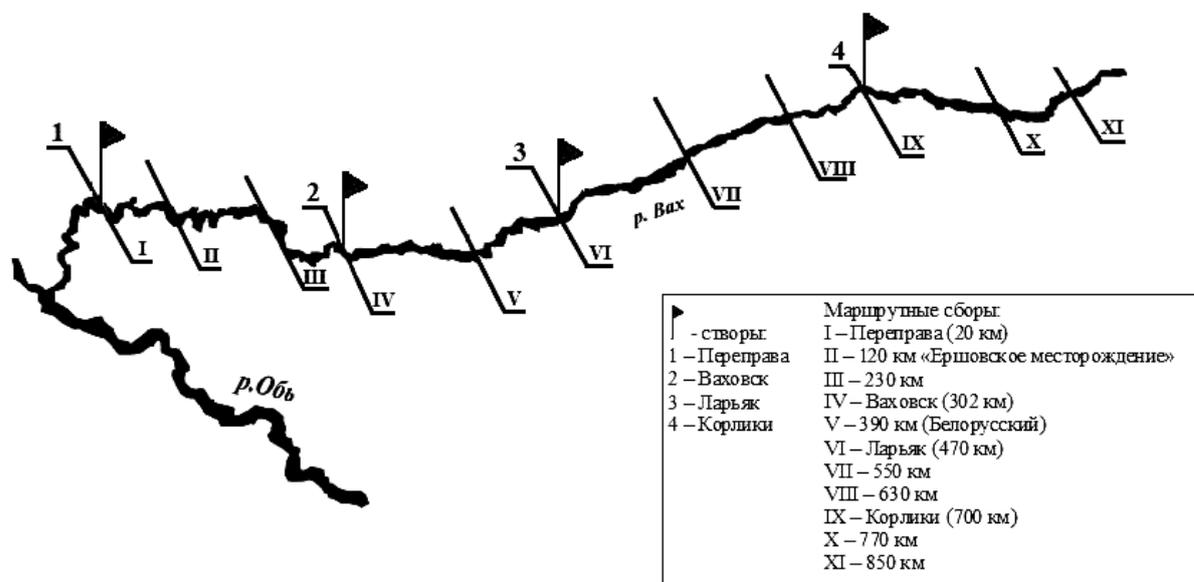


Рис. 1. Схема расположения гидробиологических створов на реке Вах

Обработка проб проведена классическими методами [6], определение проведено на живом и фиксированном в 4%-ном растворе формалина материале. Все водоросли исследованы в световых микроскопах «Ампливал» (Carl Zeiss Jena) и «Микмед-5».

Согласно литературным сведениям [1], химический состав воды реки Вах гидрокарбонатный, с минерализацией 13—88 мг/л. Вода очень мягкая, с общей жесткостью 1,5 мг/экв/л. Общая сумма ионов не превышает 93,4 мг/л [12]. В ходе всех лет исследований (2005—2008 гг.) в реке Вах выявлена низкая прозрачность воды, которая в период открытой воды составляет 12—33 см, активность водородного показателя колеблется в диапазоне 5,3—8,1. Заболоченность водосбора обуславливает очень высокую цветность.

Систематическое положение водорослей рассмотрено с учетом некоторых изменений и модификаций для синезеленых [7—11]. Для экологического и сапробиологического анализа использовались экологические характеристики из определителей и сводки «Биоразнообразие водорослей — индикаторов окружающей среды» [3—4].

Таксономическое разнообразие, выраженное во флористическом богатстве и соотношении таксонов разного ранга, является одной из важнейших характеристик биологических сообществ. В фитопланктоне реки Вах синезеленые водоросли по видовому богатству занимают третью позицию после *Bacillariophyta* и *Chlorophyta*. Для русла реки по оригинальным данным в составе синезеленых обнаружен 31 таксон рангом ниже рода, что составляет 6,4% общего списка выявленных водорослей. Таким образом, в сложении фитопланктона реки Вах синезеленые водоросли имеют несколько ограниченное значение [17]. Об ограниченном значении синезеленых в фитопланктоне реки свидетельствует также то, что в список ведущих семейств и родов планктона Ваха синезеленые не вошли. Этот отдел в фитопланктоне реки Вах имеет более половины малоизвестных семейств (6), т.е. содержащих в своем составе 1—2 видовых и внутривидовых таксона, и 10 родов из 13.

По литературным и оригинальным данным отдел *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*) представлен 32 видовыми и внутривидовыми таксонами из двух классов, 10 семейств, 13 родов (табл. 1).

Таблица 1

Систематический состав фитопланктона реки Вах

Вид, разновидность, форма, вариация	В.Т.	С.Т.	Н.Т.	Эколого-географическая характеристика				
				М	Г	А	Гео	С
CYANOPHYTA (CYANOBACTERIA)								
Класс CHROOCOCCOPHYCEAE								
Сем. MERISMOPEDIACEAE								
Род Merismopedia								
<i>Merismopedia elegans</i> A. Br.	–	–	+	П	i	i	k	β
<i>M. punctata</i> Meyn.	–	–	+	П	i	i	k	β
<i>M. tenuissima</i> Lemm.	–	+	+	П	i	i	k	β-α
Сем. MICROCYSTIDACEAE								
Род Microcystis								
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz. emend. Elenk. f. <i>aeruginosa</i>	+	+	+	П	i	i	k	β
<i>M. aeruginosa</i> f. <i>flos-aquae</i> (Witr.) Elenk.	+	+	+	П	i	i	k	β
<i>M. pulvereae</i> (Wood) Forti emend. Elenk. f. <i>pulvereae</i>	+	+	+	П	i	i	k	o-β
<i>M. pulvereae</i> f. <i>incerta</i> (Lemm.) Elenk.	–	–	+	П	i	i	k	β
<i>M. pulvereae</i> f. <i>irregularis</i> (B.-Peters.) Elenk.	–	–	+	П	i	i	aa	?
<i>M. pulvereae</i> f. <i>pulchra</i> (Lemm.) Elenk.	–	–	+	П	i	i	aa	?
<i>M. grevillei</i> f. <i>pulchra</i> (Kütz.) Elenk.	–	–	+	П	hl	?	k	?
Род Aphanothece								
<i>Aphanothece clathrata</i> f. <i>brevis</i> (Bachm.) Elenk.	+	+	+	П	i	i	aa	?
Сем. GLOEOCAPSACEAE								
Род Gloeocapsa								
<i>Gloeocapsa minuta</i> (Kütz.) Hollerb. ampl.	+	–	+	П	i	i	k	o
Сем. CHROOCOCCACEAE								
Род Chroococcus								
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kütz.) Näg.	+	+	+	В	hl	al	k	o-β
Род Coelosphaerium								
<i>Coelosphaerium pusillum</i> Goor	–	–	+	П	i	?	k	?
Сем. GOMPHOSPHERIACEAE								
Род Gomphosphaeria								
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kütz.	–	–	+	П	hl	al	k	o
<i>G. lacustris</i> Chod. f. <i>lacustris</i>	–	+	+	П	i	i	k	o-β
<i>G. lacustris</i> f. <i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.	–	+	+	П	i	i	b	β

Класс HORMOGONIOPHYCEAE									
Сем. ANABAENACEAE									
Род <i>Anabaena</i>									
<i>Anabaena constricta</i> (Scaf.) Geitl.	+	+	+	П	i	i	b	p	
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.*	+	+	+	П	i	i	k	β	
<i>A. lemmermannii</i> P. Richt.	+	+	+	П	i	i	k	β	
<i>A. scheremetievi</i> Elenk.	+	+	+	П	i	al	k	o-β	
<i>A. spiroides</i> Kleb.	-	-	+	П	i	?	k	?	
<i>A. spiroides</i> f. <i>contorta</i> (Kleb.) Elenk.	+	-	+	П	i	?	k	?	
<i>A. sphaerica</i> Born. et Flah.	+	+	+	П	i	?	k	o-β	
Сем. APHANIZOMENONACEAE									
Род <i>Aphanizomenon</i>									
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs*	+	+	+	П	hl	i	k	β	
Сем. NOSTOCACEAE									
Род <i>Nostoc</i>									
<i>Nostoc kihlmani</i> Lemm.	-	+	-	П	i	?	k	o-β	
Сем. RIVULARIACEAE									
Род <i>Rivularia</i>									
<i>Rivularia planctonica</i> Elenk.	-	-	+	?	?	?	?	?	
Сем. OSCILLATORIACEAE									
Род <i>Lyngbya</i>									
<i>Lyngbya kuetzingii</i> (Kütz.) Schmidle	-	-	+	О	hl	?	k	o-β	
<i>L. putealis</i> Mont.	-	+	+	В	?	?	k	?	
Род <i>Oscillatoria</i>									
<i>Oscillatoria limosa</i> Ag.	+	+	+	П	hl	al	k	β-α	
<i>O. limnetica</i> Lemm.	+	+	+	П	i	?	k	o-β	
Сем. PLECTONEMATAACEAE									
Род <i>Plectonema</i>									
<i>Plectonema notatum</i> Schmidle	-	-	+	?	?	?	?	β	

Примечание: \* Водоросли, выявленные Ю.В.Науменко (2001 г.).

Условные обозначения: В.Т. — верхнее течение; С.Т. — среднее течение; Н.Т. — нижнее течение; Местообитание: П — планктонный вид, В — бореальный вид, О — обрастатель; Г — галобность: i — индифферент; hl — галофил; А — ацидофильность: i — индифферент; al — алкалофил; Гео. — географическое распространение: k — космополит, b — бореальный; С — сапробность: o — олигосапроб, (o-β) — олигобетамезосапроб, β — бетамезосапроб, (β-α) — бетаальфамезосапроб, p — полисапроб, «+» — присутствие вида, «-» — отсутствие вида; «?» — вид, малоизученный в биогеографическом и экологическом отношении.

Класс *Chroococcophyceae* представлен 17 водорослями, за счет *Microcystidaceae* (25,0%). Из этого класса выделяется один род *Microcystis* (Kütz.) Elenk., включающий 7 таксонов рангом ниже рода. К характерным обитателям планктона реки Вах в первую очередь относятся *Microcystis aeruginosa*\*, *M. pulvereae* и *Aphanothece clathrata* f. *brevis*. Из класса *Hormogoniophyceae* были найдены 15 водорослей. Таксономическое богатство этого класса определяется тоже одним семейством *Anabaenaceae* (22,5%), где особо выделяется род *Anabaena* Вору с 7 таксонами рангом ниже рода. Заметная численность во второй половине лета отмечается у вида *Aphanizomenon flos-aquae*.

Почти весь родовой спектр относится к маловидовым. Найдено 11 родов, содержащих в своем составе 1—3 таксона (84,6% родового спектра). Из них наибольшее число (7) относится к родам с одним таксоном (63,6% маловидовых родов). Таким образом, в фитопланктоне исследуемой реки четко просматривается концентрация видов синезеленых водорослей в сравнительно небольшом числе родов и семейств, что определяет представление об аллохтонном развитии синезеленого фитопланктона.

Водоросли 6 родов (46,2% выявленных родов) распространены на всех участках реки: *Microcystis*, *Aphanothece*, *Gloeocapsa*, *Anabaena*, *Aphanizomenon* и *Oscillatoria*.

К специфичным, т.е. встреченным только на одном участке Ваха, принадлежат 3 рода: *Nostoc* (средний участок реки), *Rivularia* и *Plectonema* (устьевой участок реки).

Из 31 таксона рангом ниже рода, выявленных по оригинальным данным, общими для всех участков реки являются 13 (41,9% всего состава): *Microcystis aeruginosa*, *M. aeruginosa* f. *flos-aquae*, *M. pulvereae*, *Aphanothece clathrata* f. *brevis*, *Gloeocapsa turgida*, *Anabaena constricta*, *A. flos-aquae*, *A. lemmermannii*, *A. scheremetievi*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria limosa*, *O. limnetica*.

Часть этих водорослей — *Microcystis aeruginosa*, *M. pulvereae*, *Aphanothece clathrata* f. *brevis* — играет значительную роль в структуре планктона, являясь функциональным ядром исследуемого водотока.

Пропорции флоры — отношения числа родов и видов, приходящиеся на одно семейство, — для синезеленых Ваха составляет 1:1,3:3,1. Родовая насыщенность данного отдела по всей длине реки — 2,3. В фитопланктоне Ваха выявлено 11 специфичных таксонов, коэффициент специфичности водорослей родового и видового состава умеренный и составляет, соответственно, 30,8 и 35,5%, так как большинство обнаруженных видов является общими для всех участков реки.

Характеристика распределения синезеленых по длине реки неравномерна. Состав отдела в направлении от верховий реки к устьевому участку растет, самое большое видовое разнообразие водорослей отмечается в водах нижнего створа реки (переправа).

В верхнем течении реки Вах выявлено 15 видов, разновидностей и форм водорослей из 2 классов, 6 семейств, 7 родов (табл. 2).

Таблица 2

**Систематический состав синезеленого планктона реки Вах  
(по видовым и внутривидовым таксонам, 2005—2008 гг.)**

Отдел	Верхнее течение			Среднее течение			Нижнее течение		
	Таксонов	Родов	Семейств	Таксонов	Родов	Семейств	Таксонов	Родов	Семейств
<i>Cyanophyta</i>	15	7	6	18	9	8	30	13	10

От общего списка водорослей этого участка состав синезеленых верховий ограничивается 4,6%. Интересна роль специфичных видов в таксономическом составе фитопланктона, позволяющая дополнять и репрезентативнее выделять сходства и различия планктона разных участков реки. В нашем случае для верховий реки специфичных водорослей не обнаружено. Пропорции синезеленого фитопланктона верхнего участка реки Вах 1:1,3:2,5; родовая насыщенность невысокая, составляет 2,1.

В среднем течении синезеленые составляют от выявленного общего списка фитопланктона 5,5%. Здесь выявлен один специфичный род *Nostoc*, с одним видом — *Nostoc kihlmani*. Коэффициент специфичности родового состава — 11,1%, видовой специфичности среднего течения реки Вах — 5,5%. Пропорции синезеленого фитопланктона среднего участка 1:0,5:2,3; родовая насыщенность в сравнении с верхним течением практически идентична — 2,1.

В нижнем течении найдены 30 синезеленых водорослей, их доля для фитопланктона на этом участке реки 7,1%. К специфичным родам относятся три: *Coelosphaerium*, *Rivularia*, *Plectonema*. К специфичным видовым таксонам относятся 8 водорослей: *Merismopedia elegans*, *M. punctata*, *Microcystis pulvereae* f. *incepta*, *M. pulvereae* f. *pulchra*, *Coelosphaerium pusillum*, *Gomphosphaeria aponina*, *Rivularia planctonica*, *Lyngbya kuetzingii*, *Plectonema notatum*. Коэффициент специфичности родового и видового состава *Cyanophyta* устьевого участка реки довольно высокий и составляет 23,1% и 26,6% соответственно. Пропорции флоры 1:1,3:3,0; родовая насыщенность — 2,3.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что уровень видового разнообразия синезеленых возрастает от верхнего к нижнему участкам реки. Впервые зарегистрированными представителями фитопланктона в реке стали 29 видов, разновидностей и форм синезеленых водорослей.

К числу родов, виды которых распространены во всех обследованных участках реки, относятся 5: *Microcystis*, *Aphanothece*, *Gloeocapsa*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*.

Синезеленые водоросли имеют подчиненное отношение не только во флоре планктона Ваха, но и рек Средний Иртыш [2] и Вилюй [15].

Распределение синезеленых по руслу реки неравномерно. Они испытывают значительный пресс вследствие проточности, богатства вод реки гуминовыми веществами и железом. Но в отдельных пунктах наблюдались вспышки их развития. По результатам многолетних исследований доминирующими видами из синезеленых в планктоне Ваха являются два: господствующий в летний период *Microcystis aeruginosa* и доминирующий в летне-осенний период *M. pulvereae*. Значения численности и биомассы фитопланктона увеличивались вниз по течению, как правило, достигая максимума в районе переправы (устьевой участок реки Вах). Данную закономерность наблюдали во все годы исследований: как в многоводный 2007-й, так и в маловодный 2006 г.

При эколого-географическом анализе синезеленых водорослей в фитопланктоне реки Вах обнаружено, что наиболее высокую плотность имеют планктонные водоросли — 84,3%, группа обрастателей и донных организмов несколько меньше (табл. 3).

Таблица 3

**Эколого-географическая характеристика синезеленых водорослей в фитопланктоне реки Вах**

Эколого-географические группы	Число таксонов	Процент от выявленных таксонов	Эколого-географические группы	Число таксонов	Процент от выявленных таксонов
Местообитание			География		
П	27	84,3	b	2	6,3
О	1	3,1	k	25	78,1
В	2	6,3	aa	3	9,3
?	2	6,3	?	2	6,3
Отношение к NaCl			Сапробность		
i	23	71,9	o	2	6,3
hl	6	18,8	o-β	8	25,0
?	3	9,3	β	11	34,4
Отношение к pH			β-α	2	6,3
i	17	53,1	p	1	3,0
al	4	12,5	?	8	25,0
?	11	34,4			

*Примечание:* Местообитание: П — планктонный вид, В — бореальный вид, О — обрастатель; Г — галлобность: i — индифферент; hl — галофил; А — ацидофильность: i — индифферент; al — алкалофил; Гео. — географическое распространение: k — космополит, b — бореальный; aa — арктоальпийский; С — сапробность: (o-β) — олигобетамезосапроб, β — бетамезосапроб, (β-α) — бетаальфамезосапроб, p — полисапроб, «+» — присутствие вида, «-» — отсутствие вида; «?» — вид, малоизученный в биогеографическом и экологическом отношении. *арктоальпийский*

По отношению к солености все найденные водоросли олигогалобы, причем 71,9% составляют индифференты, значительная часть галлофилов (18,8%).

По отношению к активности водородного показателя более половины встреченных синезеленых водорослей относится к индифферентам — 53,1%, более 1/3 — к малоизученным в экологическом отношении.

Оценка географического распространения показала, что большинство таксонов синезеленых реки Вах (78,1%) широко распространены в водоемах всех широт (космополиты), 2 таксона — бореальные (6,3%), 3 — арктоальпийские (9,3%) и 2 — малоизученные в фитогеографическом отношении (6,3%).

Виды — показатели органического загрязнения воды — представлены в списке 24 таксонами (75,0% выявленного списочного состава), из которых более половины (19) — представители промежуточной зоны между олигосапробной и альфасапробной, 11 (34,4%) относятся к типичным представителям β-сапробов.

В результате многолетнего изучения фитопланктона реки Вах из определенных синезеленых водорослей новых для альгофлоры Западной Сибири не выявлено, для реки Вах 29 являются новыми. В связи с тем, что условия вегетации в реке Вах для синезеленых водорослей являются благоприятными, при дальнейших исследованиях следует ожидать пополнения видового списка новыми представителями отдела.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л., 1953.
2. Баженова О.П. Видовой состав и эколого-географическая характеристика водорослей Среднего Иртыша // Вестник Омского государственного педагогического университета. Вып. 2006 г. URL: [www.omsk.edu/article/vestnik-omgpu-35.pdf](http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpu-35.pdf).
3. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей — индикаторов окружающей среды: Методическое пособие. Тель-Авив, 2006.
4. Барина С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей — индикаторов сапробности (Российский Дальний Восток). Владивосток, 1996.
5. Бейром С.Г. Гидрогеология Западной Сибири // Ресурсы поверхностных вод СССР. Средняя Обь. Л., 1972. Т. 15. Вып. 2.
6. Водоросли: Справочник / Под ред. С.П.Вассера. Киев, 1989.
7. Кондратьева Н.В. Класс гормогонієві — *Hormogoniophyceae* // Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вып. 1. Синьозелені водорості — *Cyanophyta*. Київ, 1968. Ч. 2.
8. Кондратьева Н.В. Морфогенез и основные пути эволюции гормогониевых водорослей. Киев, 1975.
9. Кондратьева Н.В. Морфология и систематика гормогониевых водорослей, вызывающих «цветение» воды в Днепре и днепровских водохранилищах. Киев, 1972.
10. Кондратьева Н.В. О недопустимости подчинения номенклатуры синезеленых водорослей (*Cyanophyta*) действию Международного кодекса номенклатуры бактерий // Ботанический журнал. 1981. Т. 66. № 2.
11. Кондратьева Н.В., Коваленко О.В., Приходькова Л.П. Синьозелені водорості — *Cyanophyta*. Ч. 1. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Київ, 1984. Вып. 1.
12. Лёзин В.А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа: Справочное пособие. Тюмень, 1999.
13. Науменко Ю.В. Водоросли планктона реки Вах (Западная Сибирь) // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. 2001. Вып. 7.
14. Патова Е.П. CYANOPHYTA в водоемах и почвах восточноевропейских тундр // Ботанический журнал. 2004. Т. 89. № 1.
15. Ремигайло П.А. Габышев В.А. Таксономическая структура и видовое разнообразие фитопланктона верховий реки Алдан // Сиб. экол. журнал. 2001. Т. 8. № 4.
16. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (1963—1970 гг.). Л., 1975. Т. 15. Вып. 1. Верхняя и Средняя Обь.
17. Скоробогатова О.Н. Фитопланктон реки Вах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2010.