

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 Николаевна¹, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии; Науменко Юрий Витальевич², доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела низших растений ЦСБС СО РАН, заместитель директора ЦСБС СО РАН по науке.

Место работы: ¹ Нижневартовский государственный университет; ² Центральный сибирский ботанический сад, Сибирское отделение РАН.

Контактная информация: ¹ 688217, г.Нижневартовск, ул.Мира, д.97, кв.60, тел.: (3466)436586; ² 630090, г.Новосибирск, ул.Золотодолинская, д.101, факс: (383)3344433. E-mail: ¹ Olnics@yandex.ru; ² 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 Skorobogatova¹, Candidate of Biological Sciences, Associate professor at the Department of Ecology; Yuri Vitalievich Naumenko², 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: ¹ Nizhnevartovsk State University, ² 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. км², средний годовой расход воды находится в пределах 411—632 м³. 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°С, затем следует ее понижение до +4°С 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).

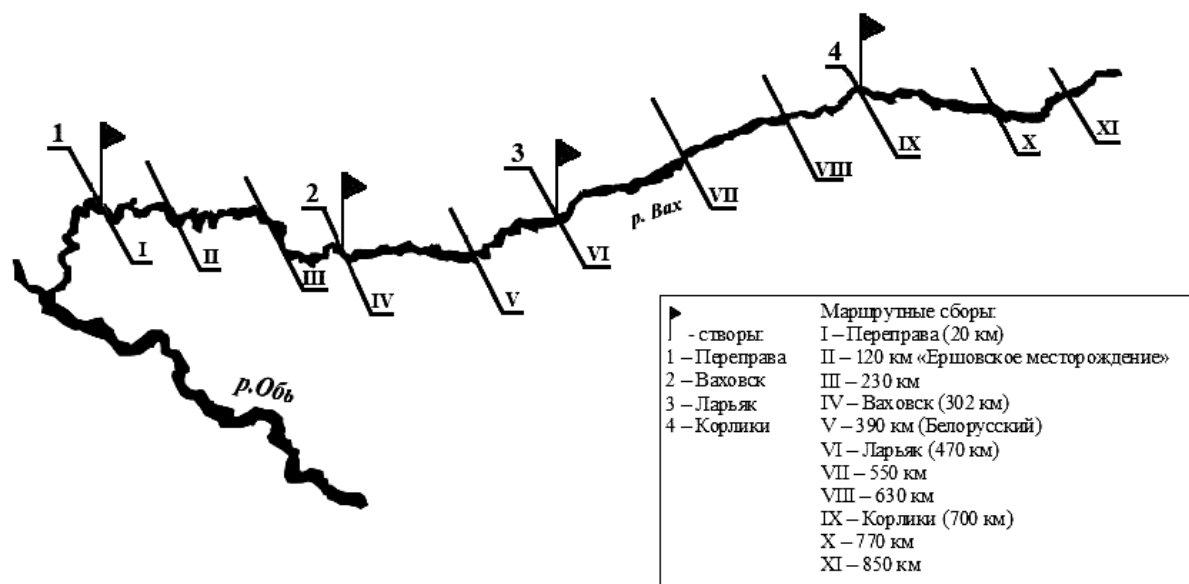


Рис. 1. Схема расположения гидробиологических створов на реке Вах

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> (Wittr.) 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 — галолюбность: 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 растёт, 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. pulverea*. 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 — галобность: 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.
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. СЯНОФІТА 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.