

**МАТЕРИАЛЫ К АЛЬГОФЛОРЕ БАСЕЙНА РЕКИ ТИМПТОН
(ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ)**

Л.А. Медведева¹, Ю.В. Пархомук², С.Е. Сиротский³

¹Биолого-почвенный институт ДВО РАН,

690022, Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159, e-mail: medvedeva@ibss.dvo.ru

²Дальневосточный федеральный университет, 690950, Владивосток, ул. Октябрьская, 27

³Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,

680000, Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65, e-mail: sirotsky@ivep.as.khb.ru

Приведены данные о биоразнообразии пресноводных водорослей некоторых водотоков бассейна р. Тимптон (Южная Якутия). В обследованных водоемах обнаружено 175 видов водорослей, принадлежащих шести отделам. Рассмотрен состав сообществ водорослей, сделан краткий эколого-географический анализ флоры. Проведена оценка качества воды по методу Пантле–Бука в модификации Сладечека, согласно которой все водотоки бассейна отнесены ко II классу чистоты вод.

Ключевые слова: пресноводные водоросли, диатомовые, качество воды, Якутия

**DATA TO ALGAL FLORA OF TIMPTON RIVER BASIN
(SOUTHERN YAKUTIA)**

L.A. Medvedeva¹, Yu.V. Parkhomuk², S.E. Sirotsky³

¹Institute of Biology and Soil Sciences, FEB RAS,

690022, Vladivostok, 100 let Vladivostoku Avenue, 159, e-mail: medvedeva@ibss.dvo.ru

²Far Eastern Federal University, 690950, Vladivostok, Oktyabrskaya str., 27

³Institute of Water and Ecology Problems, FEB RAS,

680000, Khabarovsk, Kim U Chen str., 65, e-mail: sirotsky@ivep.as.khb.ru

The data on the biodiversity of freshwater algae from Timpton River basin (southern Yakutia) are presented. In study water bodies 175 species of algae belonging to the six divisions are found. Algal communities composition were considered, short ecological and geographical analysis of the flora was made. The estimation of water quality by the Pantle–Buck's method in the modification by Sladeczek was made, according to this assessment all streams of the basin assigned to II class of water cleanliness.

Key words: fresh water algae, diatoms, water quality, Yakutia

ВВЕДЕНИЕ

Изучению пресноводных водорослей территории Якутии посвящено огромное количество работ, самыми крупными и значимыми из них монографии Л.Е. Комаренко и И.И. Васильевой (Комаренко, Васильева, 1975, 1978; Васильева, 1987). В 2005 г. вышла книга «Разнообразие растительного мира Якутии», в которой подведены итоги изучения флоры и растительности Якутии. Хотя территориально исследования были довольно обширны, однако южная часть Якутии, граничащая с Амурской областью и Забайкальским краем, в альгологическом отношении изучена недостаточно полно. Опубликованы данные, касающиеся альгофлоры правого притока р. Алдан – р. Учур (Васильева-Кралина, Пшенникова, 1998; Габышев, 2008; Иванова, 2010). Имеется работа А.П. Ивановой, посвященная изучению водорослей некоторых пой-

менных водоемов р. Тимптон (2009). Сведения о пресноводных водорослях самой р. Тимптон опубликованы в единственной статье якутских альгологов (Иванова и др., 2011). Авторы указывают для реки 263 вида водорослей из 8 отделов (включая номенклатурный тип вида – 278 таксонов). Однако это главным образом данные о фитопланктоне реки и озер ее бассейна. В обрастающих различных субстратов р. Тимптон выявлено 118 видов водорослей из 7 отделов.

Цель нашего исследования – изучить видовое разнообразие водорослей некоторых водотоков бассейна р. Тимптон и оценить санитарно-биологическое состояние обследованных водоемов. Актуальность работы вызвана необходимостью оценки экологического состояния бассейна реки в связи со строительством Канкунской ГЭС (Южная Якутия).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Река Тимптон – правый приток р. Алдан (бассейн Лены). Длина 644 км, площадь бассейна 44 400 км². Она берет начало в Становом хребте, течет по Алданскому нагорью. На своем протяжении неоднократно пересекает отроги Станового и Алдано-Учурского хребтов. Бассейн р. Тимптон находится в зоне резко континентального климата с продолжительной холодной зимой и коротким, но относительно теплым летом. Резкое похолодание начинается уже с сентября. Река замерзает в середине октября, вскрывается в первой половине мая. Зимой доминируют штили, малая облачность и сильные устойчивые морозы. В летнее время преобладающие ветры западного, юго-западного и северо-западного направлений несут довольно большое количество осадков. Питание дождевое и снеговое. В районе наблюдается сравнительно большое количество осадков (от 400 до 700 мм), кото-

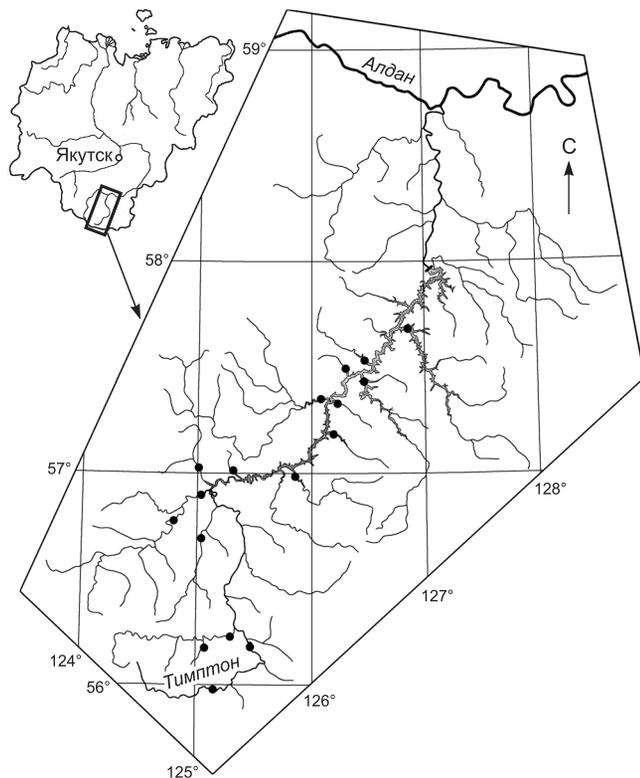


Рис. 1. Схема расположения точек отбора проб в бассейне р. Тимптон.

рое по сезонам года распределяется крайне неравномерно. Большая часть осадков выпадает в виде дождя в теплое время года, наиболее дождливые – июль и август (32–40 % от годовой нормы) (Справочник..., 1966).

Альгологический материал из водотоков бассейна р. Тимптон был собран к.б.н. С.Е. Сиротским (ИВЭП, Хабаровск) и студенткой ДВФУ Ю.В. Пархомук с 24 июля по 2 августа 2010 г. Были обследованы следующие водотоки: реки Тимптон, Чульман, Холодникан, Иенгра, Чульмакан, Горбыллах, Барылас, Анамжак, Оюмрак, Хатыми, Кигомок, Атыр, Нельгую, Курунг-Хонку, Сеймдые (рис. 1).

Качественные пробы собирались скальпелем с камней, веток, погруженных в воду. Собранные водоросли фиксировались 4%-м формалином. Определение материала проводилось с помощью микроскопов Amplival и Olimpus при увеличениях в 400 и 1000 раз. Для каждого вида отмечалась частота встречаемости по шестибальной шкале: 1 – единично, 2 – редко, 3 – нередко, 4 – часто, 5 – очень часто, 6 – массово) (Кордэ, 1956).

Обработка материала проводилась по общепринятым методикам (Голлербах, Полянский, 1951; Водоросли, 1989) с использованием отечественных и зарубежных определителей и атласов (Забелина и др., 1951; Голлербах и др., 1953; Коршиков, 1953; Матвиенко, 1954; Косинская, 1960; Виноградова и др., 1980; Паламарь-Мордвинцева, 1982; Мошкова, Голлербах, 1986; Царенко, 1990; Ramanathan, 1964; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a,b; Hartley et al., 1996; Krammer, 2000, 2002). В списке водорослей таксоны расположены в соответствии с данными крупнейшего мирового альгологического сайта Algaebase (Guiry M.D., Guiry G.M., 2013).

Санитарно-биологический анализ качества воды выполняли по методу Ф. Пантле и Х. Бука (Макрушин, 1974; Pantle, Buck, 1955), зоны самоочищения воды устанавливались в соответствии с разработанной В. Сладечком (1967) общей биологической схемой качества вод. Индексы сапробности рассчитывали на основании списков индикаторных организмов для каждой пробы в отдельности. Экологическая характеристика видов взята из литературных источников (Барнинова и др., 2006).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследований в водотоках бассейна р. Тимптон нами обнаружено 175 видов водорослей (учитывая внутривидовые таксоны – 182) из шести отделов: Cyanobacteria – 16, Bacillariophyta – 120 (127), Heterokontophyta – 2, Charophyta – 20, Chlorophyta – 12, Rhodophyta – 5 (табл. 1).

Среди водорослей перифитона обследованных водоемов как по обилию в обрастаниях, так и по видовому разнообразию преобладали диатомовые водоросли, составляющие 69.8 % от числа обнаруженных форм. Наиболее обычными видами перифитона, часто развивающимися на камнях, можно назвать

Таксономический состав водорослей бассейна р. Тимптон

Отдел	Род	Вид	Включая внутривидовые таксоны
Cyanobacteria	13	16	16
Bacillariophyta	44	120	127
Heterokontophyta	2	2	2
Charophyta	9	20	20
Chlorophyta	9	12	12
Rhodophyta	3	5	5
Vсero	80	175	182

Tabellaria flocculosa, *Ulnaria ulna*, *Hannaea arcus*, *Achnanthydium minutissimum* и др. Практически для всех водотоков отмечено массовое развитие красной водоросли *Audouinella chalybea*. В некоторых водотоках среди водорослей перифитона доминировали цианобактерии *Homoeothrix janthina* и *Phormidium autumnale*. Зачастую заметные скопления образовывали нитчатые представители родов *Oedogonium* Link, *Bulbochaete* C. Agardh, *Mougeotia* C. Agardh и *Spirogyra* Link.

Ниже приводится список обнаруженных водорослей с указанием экологических характеристик (табл. 2).

Спектр доминирующих родов представлен диатомовыми водорослями и одним представителем харовых. На первом месте стоит род *Eunotia* Ehrenberg, насчитывающий 26 видов и одну разновидность. Остальные роды представлены гораздо меньшим количеством видов: *Gomphonema* Ehrenberg – 9 видов, *Navicula* Bory – 8, *Closterium* Nitzsch ex Ralfs – 7, *Cymbella* C. Agardh и *Encyonema* Kützing – по 6 видов.

Водоросли являются прекрасными показателями состояния среды, в которой они обитают. Среди обнаруженных водорослей наиболее широко представлена группа бентосных, или сублиторальных организмов – 117 таксонов, или 64.3 % (табл. 3). Относительно велика также группа планктонно-бентосных организмов – 39 представителей (21.4 %). Группы планктонных, эпифитных и почвенных видов очень невелики и насчитывают от 2 до 6 видов. Анализ водорослей по категориям галофобности показал, что наиболее многочисленна группа индифферентных видов – 67 представителей (36.8 %), сюда относятся такие массовые виды как *Ulnaria ulna*, *Hannaea arcus*, *Achnanthydium minutissimum* и многие другие (см. табл. 2). На втором месте по количеству видов находятся галофобы – 29 видов (15.9 %). Галофобные виды наряду с индифферентами составляли основу альгологических группировок в реке и ее притоках. Группа галофилов насчитывает всего 9 видов, массовых видов среди них нет. По отношению к рН среды на первое место, за счет большого числа видов рода *Eunotia*, занимают ацидофилы (40 видов, 22.0 %). Одинаковое количество видов насчитывают группы индифферентов и алкалифилов – по 34 вида, 18.7 % (см. табл. 3). Группа алкалибионтов насчитывает 4 вида (2.2 %). Преобладают в обрастаниях водоросли, предпочитающие слегка щелочную реакцию среды (*Hannaea arcus*, *Ulnaria ulna*) и другие виды, вместе с индифферентами *Achnanthydium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *E. silesiacum*.

Анализ распределения водорослей бассейна р. Тимптон по группам географической приуроченности показал, что наиболее велика группа космополитных видов (91 вид, или 50 % от общего числа

форм). На холодолюбивый характер флоры указывает наличие 19 аркто-альпийских видов: *Hannaea arcus*, многие виды *Eunotia* (10.4 %). Группа бореальных видов насчитывает 11 видов (6.0 %), обнаружено также три вида, считающихся альпийскими или горными (1.7 %).

Из общего числа обнаруженных водорослей 111 видов являются показателями качества воды. Более половины видов относятся к группе олигосапробионтов, т. е. показателей практически чистых вод – 59 видов (рис. 2). Именно к этой группе относятся такие массовые виды, как *Hannaea arcus*, *Achnanthydium minutissimum*, *Homoeothrix janthina* и многие другие виды. Второй по величине является группа бетамезосапробионтов видов, вегетирующих при слабой степени природного органического загрязнения – 27 видов (14.8 %). Это такие виды, как *Tabellaria flocculosa*, *Ulnaria ulna*. Немного меньше видов (19, или 10.4 %) насчитывает группа ксеносапробионтов – показателей очень чистых вод (см. рис. 2). К этой группе принадлежит один из самых массовых видов, отмеченных практически во всех водотоках бассейна р. Тимптон – *Audouinella chalybea* из отдела красных водорослей. Водорослей, относящихся к группам альфамезо- и полисапробионтов обнаружено 5 и 1 вид соответственно. Эти виды найдены единичными клетками и не играют роли в составе обрастаний.

Ниже описаны альгологические группировки, наблюдаемые нами на отдельных участках обследованных водотоков.

Р. Чутьман, выше г. Нерюнгри. Обрастания камней на перекате реки сформированы массовыми скоплениями кустиков красной водоросли *Audouinella chalybea*. В большом количестве вегетировали также диатомовые водоросли *Tabellaria flocculosa*, *Hannaea arcus*, *Achnanthydium minutissimum*, *Gomphonema parvulum*, *G. angustum*. Присутствовали также представители отделов цианобактерий (*Homoeothrix janthina* и *Phormidium* Kützing ex Gomont) и зеленых водорослей (*Bulbochaete* и *Stigeoclonium* Kützing). Индекс сапробиности равен 0.99, что соответствует оли-

Систематический список водорослей бассейна р. Тимптон

№ п/п	Таксон	Место-обитание	Галоб-ность	Отноше-ние к рН	Сапроб-ность	Геогра-фия
1	2	3	4	5	6	7
CYANOBACTERIA						
1	<i>Anabaena</i> sp.	–	–	–	–	–
2	<i>Calothrix</i> sp.	–	–	–	–	–
3	<i>Chamaesiphon incrustans</i> Grunow	B	–	–	o	–
4	<i>Ch.</i> sp.	–	–	–	–	–
5	<i>Clastidium setigerum</i> Kirchner	B	–	–	–	–
6	<i>Dichothrix gypsophila</i> (Kützing) Bornet et Flahault	B	–	–	χ	k
7	<i>Heteroleibleinia kuetzingii</i> (Schmidle) Compère	B	–	–	o-β	k
8	<i>Homoeothrix janthina</i> (Bornet et Flahault) Starmach	B	–	–	χ-β	–
9	<i>Lyngbya</i> sp.	–	–	–	–	–
10	<i>Oscillatoria</i> sp.	–	–	–	–	–
11	<i>Phormidium autumnale</i> (C. Agardh) Trevisan ex Gomont	B, S	–	–	β	k
12	<i>Ph.</i> sp.	–	–	–	–	–
13	<i>Scytonema</i> sp.	–	–	–	–	–
14	<i>Stigonema mamillosum</i> (Lyngbye) C. Agardh ex Bornet et Flahault	B	–	–	–	–
15	<i>Tolypothrix tenuis</i> f. <i>lanata</i> (Wartmann) Kossinskaja	B	–	–	χ-β	k
16	<i>T.</i> sp.	–	–	–	–	–
BACILLARIOPHYTA						
17	<i>Achnanthes</i> sp.	–	–	–	–	–
18	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	B	i	alf	β	k
19	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	B	hl	alf	–	k
20	<i>A.</i> sp.	–	–	–	–	–
21	<i>Aneumastrus tusculus</i> (Ehrenberg) Mann et Strickle	P-B	i	alf	o-χ	k
22	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	P	i	alf	o	k
23	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	P-B	i	ind	β-α	k
24	<i>A. italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	P-B	i	ind	β-o	k
25	<i>A.</i> sp.	–	–	–	–	–
26	<i>Brebissonia boeckii</i> (Ehrenberg) Grunow	B	hl	–	–	a-a
27	<i>Cavinula pseudoscutiformis</i> (Hustedt) Mann et Strickle	B	i	ind	o	a-a
28	<i>Chamaepinnularia krookii</i> (Grunow) Lange-Bertalot et Krammer	B	hl	–	–	k
29	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	P-B	i	alf	o-β	k
30	<i>Cymbella amplificata</i> Krammer	B	–	–	–	a-a
31	<i>C. cymbiformis</i> C. Agardh	B	i	alf	–	k
32	<i>C. neocistula</i> Krammer	B	i	alf	o-β	k
33	<i>C. tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	B	i	alf	χ	k
34	<i>C. turgidula</i> Grunow	B	–	ind	–	k
35	<i>C.</i> sp.	–	–	–	–	–
36	<i>Cymbopleura cuspidata</i> (Kützing) Krammer	B	i	ind	o-α	k
37	<i>C. hybrida</i> (Grunow) Krammer	B	hl	alb	–	b
38	<i>C. naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	B	i	ind	o	b
39	<i>Diatoma anceps</i> (Ehrenberg) Kirchner	P-B	hb	alf	β	a, k
40	<i>D. hiemale</i> (Roth) Heiberg	P-B	hb	ind	β-o	k
41	<i>D. mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	P-B	hb	–	o-β	k
42	<i>D. vulgare</i> Bory	P-B	i	ind	β-α	k
43	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Schmidt	B	i	ind	χ	a-a
44	<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grunow) Houk et Klee	P-B	i	ind	χ	k
45	<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) Mann	B	hb	acf	–	–
46	<i>E. gracile</i> Ehrenberg	B	hb	ind	χ	a-a
47	<i>E. minutum</i> (Hilse ex Rabenhorst) Mann	B	oh	ind	o-β	k
48	<i>E. paucistriatum</i> (Cleve-Euler) Mann	B	–	–	o	–
49	<i>E. perpusillum</i> (A. Cleve) Mann	B	hb	acf	–	b
50	<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) Mann	B	i	ind	χ-o	k
51	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson var. <i>adnata</i>	B	i	alb	β-α	k
	<i>E. adnata</i> var. <i>porcellus</i> (Kützing) Ross	B	i	alb	β	k

1	2	3	4	5	6	7
52	<i>E. turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	B	i	alf	o	k
53	<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg	B	i	acf	χ - β	k
54	<i>E. bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills	B	i	acf	β	k
55	<i>E. circumborealis</i> Lange–Bertalot et Nörpel	B	–	acf	–	–
56	<i>E. crista-galli</i> Cleve	B	i	acf	–	a-a
57	<i>E. curtagrunowii</i> Nörpell–Schempp et Lange–Bertalot	B	hb	acf	o	a-a
58	<i>E. diodon</i> Ehrenberg	B	i	acf	o- χ	a-a
59	<i>E. exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	B	hb	acf	o- β	k
60	<i>E. fallax</i> A. Cleve	B	hb	acf	o	k
61	<i>E. flexuosa</i> (Brébisson) Kützing	B	i	acf	o- β	k
62	<i>E. glacialis</i> Meister	B	–	acf	ρ	k
63	<i>E. implicata</i> Nörpel et Lange–Bertalot	B	hb	acf	χ - β	k
64	<i>E. incisa</i> Gregory	B	–	acf	α - β	k
65	<i>E. inflata</i> (Grunow) Nörpel–Schempp et Lange–Bertalot	B	hb	acf	o	a-a
66	<i>E. jemtlandica</i> (Fontell) Cleve–Euler	B	hb	acf	o	k
67	<i>E. meisteri</i> Hustedt	B	oh	acf	o	–
68	<i>E. minor</i> (Kützing) Grunow	B	hb	acf	χ	k
69	<i>E. monodon</i> Ehrenberg	B	hb	acf	β -o	k
70	<i>E. mucophila</i> (Lange–Bertalot et Nörpel–Schempp) Lange–Bertalot	B	i	acf	o	k
71	<i>E. muscicola</i> var. <i>perminuta</i> (Grunow) Nörpel–Schempp et Lange–Bertalot	B	–	acf	o- χ	–
	<i>E. muscicola</i> var. <i>tridentula</i> Nörpel–Schempp et Lange–Bertalot	B	–	acf	o- β	–
72	<i>E. naegelii</i> Migula	B	hb	acf	β -o	a-a
73	<i>E. nymanniana</i> Grunow	B	i	acf	–	k
74	<i>E. parallela</i> Ehrenberg	B	i	acf	β -o	b
75	<i>E. praerupta</i> Ehrenberg	B	hb	acf	β	k
76	<i>E. septentrionalis</i> Oestrup	B	hb	acf	o	a-a
77	<i>E. sudetica</i> O. Müller	P-B	i	acf	o- β	b
78	<i>E. triodon</i> Ehrenberg	B	hb	acf	o- β	a-a
79	<i>E. sp.</i>	–	–	–	–	–
80	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	B	i	alf	o	k
81	<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) Petersen var. <i>vaucheriae</i>	P, Ep	i	alf	o- β	k
	<i>F. vaucheriae</i> var. <i>capitellata</i> (Grunow) Ross	B	–	–	–	–
82	<i>F. sp.</i>	–	–	–	–	–
83	<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	B	hb	acf	χ - β	a-a
84	<i>F. saxonica</i> Rabenhorst	B	hb	acf	–	a-a
85	<i>Gomphoneis olivaceum</i> (Hornemann) Dawson ex Ross et Sims var. <i>olivaceum</i>	B	i	alf	β - α	k
	<i>G. olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> (Cleve) Hartley	B	i	alf	β	b
86	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	P-B	i	alf	χ - β	k
87	<i>G. affine</i> Kützing	P-B	–	–	o- β	k
88	<i>G. angustum</i> Agardh	P-B	i	ind	o- β	k
89	<i>G. clavatum</i> Ehrenberg	B	i	ind	o- β	k
90	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	B	i	ind	χ	k
91	<i>G. sphaerophorum</i> Ehrenberg	B	i	alf	–	b
92	<i>G. subtile</i> Ehrenberg	B	i	ind	–	b
93	<i>G. truncatum</i> Ehrenberg	P-B	–	–	o- χ	k
94	<i>G. ventricosum</i> Gregory	B	i	ind	o- χ	k
95	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) Patrick var. <i>arcus</i> f. <i>arcus</i>	B	i	alf	o	a-a
	<i>H. arcus</i> var. <i>arcus</i> f. <i>recta</i> (Cleve) Foged	B	i	alf	χ	a-a
	<i>H. arcus</i> var. <i>linearis</i> (Holmboe) Ross	P-B	i	alf	–	a-a
96	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	B	i	ind	β -o	k
97	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange–Bertalot, Metzeltin et Witkowski	B	hl	alf	χ -o	k
98	<i>Luticola mutica</i> (Kützing) Mann	B, S	i	ind	o	k
99	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	P-B	hl	alf	α - β	k
100	<i>Meridion circulare</i> (Greville) C. Agardh var. <i>circulare</i>	B	hb	alf	o- β	k
	<i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	P-B	hb	alf	χ	k
101	<i>Navicula angusta</i> Grunow	B	hl	acf	–	k

1	2	3	4	5	6	7
102	<i>N. avenacea</i> (Brébisson et Godey) Brébisson ex Grunow	B	–	acf	o-β	–
103	<i>N. cryptocephala</i> Kützing	P-B	i	alf	χ	k
104	<i>N. menisculus</i> Schumann	B	i	alf	χ-β	k
105	<i>N. radiosa</i> Kützing	B	i	ind	o	k
106	<i>N. rhynchocephala</i> Kützing	B	hl	alf	β	k
107	<i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	B	hl	alf	o	k
108	<i>N. sp.</i>	–	–	–	–	–
109	<i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer	B	hb	ind	–	k
110	<i>N. apiculatum</i> Reimer	B	–	–	–	–
111	<i>N. bisulcatum</i> (Lagerstedt) Cleve	B	hb	ind	o-β	b
112	<i>N. sp.</i>	–	–	–	–	–
113	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	B	i	alf	o-β	k
114	<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	P-B	i	ind	o-χ	k
115	<i>N. sp.</i>	–	–	–	–	–
116	<i>Pinnularia crucifera</i> Cleve–Euler	B	i	ind	–	k
117	<i>P. divergens</i> W. Smith	B	i	ind	o-β	a-a
118	<i>P. subgibba</i> var. <i>undulata</i> Krammer	B	i	acf	o	k
119	<i>P. viridiformis</i> Krammer	B	i	ind	o	b
120	<i>P. sp.</i>	–	–	–	–	–
121	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Round et Bukhtiyarova	P-B	i	alf	χ-o	k
122	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek et Stoermer	B	i	ind	–	k
123	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	B	i	alb	χ-o	k
124	<i>Sellaphora laevissima</i> (Kützing) Mann	B	i	ind	–	k
125	<i>S. parapupula</i> Lange–Bertalot	B	–	–	–	–
126	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	P-B	i	ind	χ	k
127	<i>S. phoenicenteron</i> Ehrenberg	B	i	ind	χ-o	k
128	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	P-B	i	alf	o	k
129	<i>Staurosirella leptostauron</i> (Ehrenberg) Williams et Round	B	hb	alf	α-β	b
130	<i>Stenopterobia curvula</i> (W. Smith) Krammer	B	–	acf	–	a
131	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange–Bertalot	B	i	ind	β-α	k
132	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	P-B	hb	acf	χ	k
133	<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kützing	P-B	hb	acf	o-α	a, k
134	<i>Tetracyclus glans</i> (Ehrenberg) Mills	B	i	acf	o	a-a
135	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	P-B	i	alf	o-α	k
136	<i>U. sp.</i>	–	–	–	–	–
HETEROKONTOPHYTA						
137	<i>Dinobryon sp.</i>	P	–	–	–	–
138	<i>Vaucheria sp.</i>	B	–	–	–	–
CHAROPHYTA						
139	<i>Actinotaenium sp.</i>	P-B	–	–	–	–
140	<i>Closterium ehrenbergii</i> Meneghini	P-B	hb	ind	o-α	k
141	<i>Cl. kuetsingii</i> Brébisson	P	i	–	χ-β	k
142	<i>Cl. leibleinii</i> Kützing	P-B	–	–	α-β	k
143	<i>Cl. littorale</i> Gay	P-B	–	–	β-α	–
144	<i>Cl. tumidulum</i> Gay	P-B	–	acf	–	k
145	<i>Cl. tumidum</i> Johnson	P-B	–	–	–	–
146	<i>Cl. sp.</i>	–	–	–	–	–
147	<i>Cosmarium punctulatum</i> Brébisson	P-B	hb	acf	o	k
148	<i>C. subarctoum</i> (Lagerheim) Raciborski	P-B	–	–	–	–
149	<i>C. sp.</i>	P-B	–	–	–	–
150	<i>Cosmoastrum alternans</i> (Brébisson) Palamar–Mordvintseva	P-B	–	–	–	–
151	<i>C. punctulatum</i> (Brébisson) Palamar–Mordvintseva	P-B	i	–	o-β	k
152	<i>C. sp.</i>	P-B	–	–	–	–
153	<i>Mougeotia sp. ster.</i>	B	–	–	–	–
154	<i>Spirogyra sp. ster. 1</i>	B	–	–	–	–
155	<i>S. sp. ster. 2</i>	B	–	–	–	–
156	<i>Spondylosium sp.</i>	P	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7
157	<i>Staurastrum</i> sp.	P-B	-	-	-	-
158	<i>Zygnema</i> sp. ster.	B	-	-	-	-
CHLOROPHYTA						
159	<i>Bulbochaete</i> sp. ster.	B	-	-	-	-
160	<i>Chaetophora elegans</i> (Roth) C. Agardh	B	-	-	β -o	k
161	<i>Draparnaldia plumosa</i> (Vaucher) C. Agardh	B	-	-	o- χ	-
162	<i>Gongrosira</i> sp.	B	-	-	-	-
163	<i>Microspora</i> sp.	B	-	-	-	-
164	<i>Oedogonium</i> sp. ster.	B	-	-	-	-
165	<i>Stigeoclonium tenue</i> (C. Agardh) Kützing	B	-	-	β - ρ	k
166	<i>S.</i> sp.	B	-	-	-	-
167	<i>Tetraspora</i> sp.	P	-	-	-	-
168	<i>Ulothrix tenerrima</i> (Kützing) Kützing	B	i	-	o- α	k
169	<i>U. zonata</i> (Weber et Mohr) Kützing	P-B	i	ind	o- α	k
170	<i>U.</i> sp.	B	-	-	-	-
RHODOPHYTA						
171	<i>Audouinella chalybaea</i> (Roth) Bory	B, Ep	-	alf	χ -o	k
172	<i>Audouinella pygmaea</i> (Kützing) Weber van Bosse	B, Ep	-	alf	χ -o	k
173	<i>Audouinella</i> sp.	B, Ep	-	-	-	-
174	<i>Batrachospermum</i> sp.	B	-	-	o- χ	-
175	<i>Sirodotia suecica</i> Kylin	B	-	-	-	-

Примечание. **Местообитание:** B – бентосный в широком смысле, связанный с субстратом, P-B – планктонно-бентосный, P – планктонный, Ep – эпифит, S – почвенный, наземные субстраты. **Галобность:** i – индифферент, hl – галофил, hb – галофоб, oh – олигогалоф. **Отношение к pH:** ind – индифферент и/или нейтрофил, alf – алкалофил, alb – алкалобионт, acf – ацидофил. **Сапробность:** χ – ксеносапробионт, χ -o – ксено-олигосапробионт, o- χ – олиго-ксеносапробионт, χ - β – ксено-бетамезосапробионт, o – олигосапробионт, o- β – олиго-бетамезосапробионт, β -o – бета-олигосапробионт, o- α – олиго-альфамезосапробионт, β – бетамезосапробионт, β - α – бета-альфамезосапробионт, α - β – альфа-бетамезосапробионт, β - ρ – бета-полисапробионт, ρ – полисапробионт. **География:** k – космополит, b – бореальный, a-a – аркто-альпийский, а – альпийский.

Таблица 3

Распределение водорослей бассейна р. Тимптон по экологическим группам

Группа	Всего таксонов	%
Местообитание		
Бентосные	117	64.3
Планктонно-бентосные	39	21.4
Планктонные	6	3.3
Эпифитные	4	2.2
Почвенные	2	1.1
Нет данных	14	7.7
Галобность		
Галофилы	9	5.0
Индифференты	67	36.8
Галофобы	29	15.9
Олигогалофы	2	1.1
Нет данных	75	41.2
Отношение к pH		
Алкалобионты	4	2.2
Алкалофилы	34	18.7
Индифференты	34	18.7
Ацидофилы	40	22.0
Нет данных	70	38.4

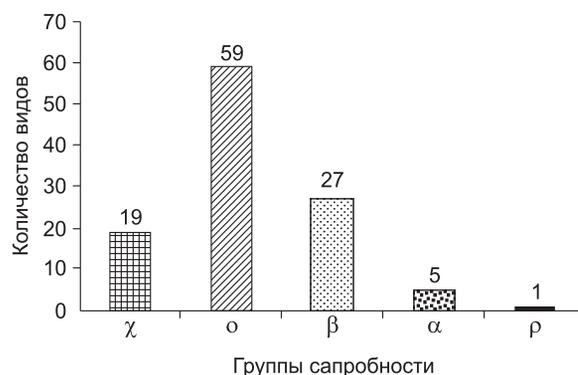


Рис. 2. Распределение видов водорослей по группам сапробности.

Сапробные показатели обследованных водотоков бассейна р. Тимптон

№ п/п	Водоток	Число видов	Значения индекса сапробности	Зона сапробности	Класс чистоты воды
1	Р. Чульман, выше г. Нерюнгри	69 (3)	0.99	Олигосапробная	II
2	Р. Чульман, 21 км ниже г. Нерюнгри		1.35	»	II
3	Р. Тимптон, пос. Нагорный, плес	63 (2)	1.07	»	II
4	Р. Тимптон, пос. Нагорный, перекат		1.26	»	II
5	Р. Тимптон, переправа, 40 км ниже пос. Нагорный		1.4	»	II
6	Р. Холодникан, выше моста	55 (2)	1.21	»	II
7	Р. Иенгра, ниже авт. моста, пос. Иенгра, слив перед перекатом	72 (2)	1.3	»	II
8	Р. Иенгра, ниже авт. моста, пос. Иенгра, плес		1.13	»	II
9	Р. Чульмакан, автомобильный мост	42 (3)	1.33	»	II
10	Р. Горбыллах, выше моста, перекат	58 (2)	1.09	»	II
11	Р. Горбыллах, выше моста, плес		1.02	»	II
12	Р. Барылас	37 (2)	1.3	»	II
13	Р. Анамжак	24 (1)	1.31	»	II
14	Р. Оюмрак	24 (2)	1.26	»	II
15	Р. Хатыми, устье	25 (2)	1.25	»	II
16	Р. Кигомок, устье	26	0.69	»	II
17	Р. Атыр, устье	40 (2)	1.12	»	II
18	Р. Нельгую	21	1.42	»	II
19	Р. Курунг-Хонку	34 (1)	1.08	»	II
20	Р. Сеймдые	33 (3)	1.17	»	II

Примечание. В скобках указано количество форм водорослей.

госапробной зоне, II классу чистоты воды – практически чистые воды (табл. 4).

Р. Чульман, 21 км ниже г. Нерюнгри. На перекате обследованного участка реки нами в массе обнаружены слизистые дерновины, составленные трихомами цианобактерии *Phormidium autumnale*. Довольно высоким было видовое разнообразие диатомовых водорослей, однако они не играли значительной роли в сложении биомассы. Преобладали *Hannaea arcus*, *Achnanthis minutissimum*, *Fragilaria vaucheriae*, *Tabellaria flocculosa*. Индекс сапробности увеличился до 1.35, что свидетельствует о некотором загрязнении вод реки, хотя этот показатель по-прежнему находится в олигосапробной зоне, II класса чистоты воды (см. табл. 4).

Р. Тимптон у пос. Нагорный. На плесовом участке реки в обрастаниях камней доминировали диатомовые, зеленые и красные водоросли. В массе развивались диатомеи *Tabellaria flocculosa* и *Frustulia rhomboides*. Довольно значительна доля красных водорослей (*Audouinella chalybea*) и зеленых нитчаток из рода *Oedogonium*. На участке переката доминирующую роль играли красные и зеленые водоросли. Здесь отмечено значительное разнообразие видов рода *Eunotia* (*E. bilunaris*, *E. fallax*, *E. minor*, *E. mucophila* и др.), представители которого характерны для вод с пониженными значениями pH. Индекс сапробности

колебался от 1.07 до 1.26, что находится в пределах олигосапробной зоны, II класса чистоты воды (см. табл. 4).

Р. Тимптон, переправа, 40 км ниже пос. Нагорный. Результаты, полученные на данном участке, по-видимому, также отражают влияние недавно прошедшего паводка. В пробе обнаружены единичные клетки цианобактерий и диатомовых водорослей: *Lyngbya* sp., *Fragilaria* sp., *Gomphonema angustum*, *Hannaea arcus*, *Ulnaria ulna*, *Tabellaria flocculosa*. Индекс сапробности был относительно высок – 1.4, что соответствует верхней границе олигосапробной зоны, II классу чистоты воды (см. табл. 4).

Р. Холодникан. Состав доминирующих видов был сходен с составом водорослей в реках Чульман и Тимптон. Также в массе вегетировала *Audouinella chalybea* из красных водорослей, диатомеи *Tabellaria flocculosa*, *Eunotia praerupta*, *Achnanthes* sp. Обрастания водорослей перифитона в этой реке характеризовались значительным разнообразием видов зеленых и харовых водорослей, причем присутствовали как представители нитчатых (*Mougeotia*, *Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Spirogyra*) и кустистых форм (*Chaetophora elegans*, *Draparnaldia plumosa*), так и одноклеточные водоросли из группы десмидиевых (виды родов *Closterium*, *Cosmarium* Ralfs, *Cosmoastrum* Palamar-Mordvintseva). Индекс сапробности данного участка

был равен 1.21, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды.

Р. Иенгра, ниже автомобильного моста пос. Иенгра. Видовой состав водорослей-обрастателей на обследованных плесовом и перекатном участках этой реки был примерно одинаков. Из диатомовых водорослей преобладали *Tabellaria flocculosa*, *Fragilaria* sp., из красных – *Audouinella chalybea*. На обоих участках отмечено развитие цианобактерии рода *Calothrix* С. Agardh ex Bornet et Flahault. На плесовом участке в больших количествах встречались нитчатые водоросли (виды родов *Bulbochaete*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Oedogonium*, *Microspora* Thuret). Индексы сапробности этих участков были равны 1.3 и 1.13 соответственно, что находится в границах олигосапробной зоны, II класс чистоты воды.

Р. Чульмакан, автомобильный мост. Альгологический материал из этой реки был собран практически сразу после прохождения паводка. Вполне естественно, что состав водорослей данного участка был значительно обеднен. Наиболее часто встречались клетки цианобактерии рода *Phormidium* и диатомовые водоросли *Achnanthydium minutissimum*, *Fragilaria capucina*, *Gomphoneis olivaceum*, *Gomphonema ventricosum*, *Hannaea arcus*, *Ulnaria ulna*. Индекс сапробности был равен 1.33, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды (см. табл. 4).

Р. Горбылах. В обрастаниях камней, как на перекатном, так и на плесовом участках этой реки, в массе вегетировала цианобактерия *Homoeothrix janthina*. Нами отмечено, что в реках южной части Дальнего Востока после прохождения паводка эта мелкоклеточная водоросль первой начинает обрастать твердый субстрат, создавая тем самым тончайшую пленку, к которой способны прикрепляться затем клетки других водорослей. На перекате, кроме гомотрикса, обнаружены только диатомовые водоросли: *Hannaea arcus*, *Diatoma hiemale*, *Gomphonema angustum* и др. На плесе в значительных количествах обнаружены также красные водоросли *Audouinella chalybea* и *Batrachospermum* Roth. По-видимому, на плесовом участке восстановление начального природного комплекса водорослей происходит быстрее, чем на перекате. Интересно отметить также, что происходит смена доминантной формы у диатомовых водорослей: на смену *Tabellaria flocculosa* приходит *Hannaea arcus*. Индексы сапробности этих участков были очень близки: 1.09 и 1.02 соответственно, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды (см. табл. 4).

Р. Барылас. В обрастаниях камней обследованного участка доминировали цианобактерии (*Homoeothrix janthina*), красные (*Audouinella chalybea*) и диатомовые водоросли (*Ulnaria ulna*, *Cocconeis placentula*, *Achnanthydium minutissimum*). Индекс сапробности был равен 1.3, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды (см. табл. 4).

Р. Анамжак. Обрастания водорослей на участке этой реки были самыми бедными, здесь обнаружены практически единичные клетки диатомовых водорослей: *Tabellaria flocculosa*, *Ulnaria ulna* и некоторые другие виды. Индекс сапробности был равен 1.31, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды.

Р. Оюмрак. Также незначительными были и обрастания водорослей в этой реке. Кроме того, в пробе отмечено большое количество частиц детрита, затруднявших подсчет клеток водорослей. Чаще других встречались клетки красной водоросли *Audouinella* Vogt, диатомовых водорослей *Achnanthydium minutissimum* и *Encyonema elginense*. Индекс сапробности был равен 1.26, что также соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды (см. табл. 4).

Р. Хатыми. Обрастания водорослей на обследованном участке в устье этой реки были сложены главным образом короткими нитями цианобактерии *Calothrix* sp. Диатомовые водоросли присутствовали в очень незначительных количествах, чаще других отмечены клетки *Tabellaria flocculosa* и *Ulnaria ulna*. Индекс сапробности был равен 1.25, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды (см. табл. 4).

Р. Кигомок. Основная масса обрастаний в этой реке сформирована кустиками красной водоросли *Audouinella chalybea*. Интересной особенностью можно назвать нахождение здесь довольно редкой цианобактерии *Stigonema mamillosum*. Из диатомовых водорослей в массе встречались виды *Eunotia diodon*, *E. incisa*, *Tabellaria flocculosa*, *Encyonema gracile*, *Frustulia saxonica*. Индекс сапробности обследованного участка был самым низким – 0.69, что свидетельствует об очень хорошем качестве воды. Значения индекса по-прежнему находятся в пределах олигосапробной зоны, II класса чистоты воды (см. табл. 4).

Р. Атыр. И в этой реке красная водоросль *Audouinella chalybea* сохраняла свои доминирующие позиции в обрастаниях. Из цианобактерий присутствовали нити *Tolypothrix* sp. и *Calothrix* sp. Видовой состав диатомовых водорослей был довольно разнообразен. Доминировали *Achnanthydium minutissimum*, *Hannaea arcus* и *Tabellaria flocculosa*. Необходимо отметить также большое разнообразие видов рода *Eunotia*, наиболее массовыми были *Eunotia diodon*, *E. incisa*, *E. minor*. Индекс сапробности был равен 1.12, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды (см. табл. 4).

Р. Нельгую. Видовой состав водорослей-обрастателей этой реки имел некоторые особенности. Из цианобактерий вегетировали *Stigonema mamillosum*, *Phormidium* sp. и *Calothrix* sp. Интересно нахождение здесь нитчатой зеленой водоросли *Gongrosira* sp. Из диатомей только *Achnanthydium minutissimum* и *Tabellaria flocculosa* отмечались достаточно часто. Индекс сапробности был относительно высоким – 1.42,

оставаясь в пределах олигосапробной зоны, II класса чистоты воды (см. табл. 4).

Р. Курунг-Хонку. Видовой состав водорослей реки был довольно обычен: преобладала красная водоросль *Audouinella chalybea*, диатомеи *Achnanthes minutissimum* и *Tabellaria flocculosa*. Кроме того, здесь нужно отметить довольно значительное разнообразие видов рода *Gomphonema*. Индекс сапробности равен 1.08, что также соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований в водотоках бассейна р. Тимптон нами обнаружено 175 видов водорослей (учитывая внутривидовые таксоны – 182) из шести отделов.

Среди водорослей перифитона всех обследованных водоемов как по обилию в обрастаниях, так и по видовому разнообразию преобладают диатомовые водоросли: *Tabellaria flocculosa*, *Ulnaria ulna*, *Hannaea arcus*, *Achnanthes minutissimum* и др. Практически для всех водотоков отмечено массовое развитие красной водоросли *Audouinella chalybea*. В некоторых водотоках доминировали цианобактерии *Nomoeothrix janthina* и *Phormidium autumnale* (реки Иенгра, Горбыллах, Чульман). Из зеленых и харовых водорослей заметные скопления зачастую образовывали нитчатые представители родов *Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Mougeotia* и *Spirogyra* (реки Холодникан, Иенгра). По видимому, отбор водорослей перифитона в этих водотоках производился в местах с более замедленным течением.

Необходимо отметить, что для водотоков, относящихся к зоне будущего Канкунского водохранилища (реки Барылас, Анамжак, Оюмрак, Хатыми, Кигомок, Атыр, Нельгую, Курунг-Хонку), отмечен более бедный видовой состав водорослей. Возможно, это объясняется тем, что пробы перифитона были собраны непосредственно после прохождения паводка и сообщества водорослей еще не успели восстановить присущие им черты.

В целом в альгофлоре бассейна преобладают бентосные, широкораспространенные, индифферентные

Р. Сеймдые. В обрастаниях в массе вегетировала диатомовая водоросль *Tabellaria flocculosa*, хотя присутствовали также *Eunotia bilunaris*, *Hannaea arcus* и другие виды. Отмечены разнообразные цианобактерии, здесь отмечались виды родов *Scytonema* C. Agardh ex Bornet et Flahault, *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont, *Lyngbya* C. Agardh ex Gomont, *Stigonema* C. Agardh ex Bornet et Flahault. Индекс сапробности был равен 1.17, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды (см. табл. 4).

по отношению к солености воды виды водорослей. Спектр видов по отношению к рН среды отличается разнообразием экологических групп.

Из общего числа обнаруженных водорослей 111 видов являются показателями качества воды. Более половины видов относятся к группе олигосапробионтов. Массовое вегетирование водорослей из групп ксено-, олиго- и бетамезосапробионтов свидетельствует о хорошем качестве вод обследованного бассейна.

Индексы сапробности, подсчитанные для обследованных водотоков, колебались от 0.69 до 1.42. Наиболее низкие индексы отмечены на участках рек Кигомок и Чульман выше г. Нерюнгри, наиболее высокие – для рек Нельгую и Тимптон (переправа).

Проведенный санитарно-биологический анализ качества вод показал, что обследованные водотоки бассейна р. Тимптон находятся в хорошем экологическом состоянии и несут практически чистые воды, которые, согласно системе оценки качества вод по сапробности водорослей, относятся к олигосапробной зоне самоочищения, II классу чистоты воды – практически чистые воды.

Провести сравнительный анализ с данными, полученными ранее для бассейна реки, не представляется возможным, так как список обнаруженных водорослей не опубликован (Иванова и др., 2011). Однако наши сведения значительно дополняют информацию о водорослях бассейна р. Тимптон, так как нами получены данные о водорослях ряда притоков реки.

ЛИТЕРАТУРА

Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.
Васильева И.И. Эвгленовые и желтозеленые водоросли Якутии. Л., 1987. 366 с.
Васильева-Кралина И.И., Пшенникова Е.В. Водоросли водоемов бассейна нижнего течения реки Учур (Якутия) // Сиб. экол. журн. 1998. Т. 5, № 2. С. 151–161.
Виноградова К.Л., Голлербах М.М., Зауер Л.М., Сдобникова Н.В. Зеленые, красные и бурые водоросли: Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 13. Л., 1980. 248 с.

Водоросли: Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк и др. Киев, 1989. 608 с.
Габышев В.А. Современное состояние водорослей реки Учур (Южная Якутия) // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: Материалы Междунар. конф. Ч. 1. Горно-Алтайск, 2008. С. 211–212.
Голлербах М.М., Полянский В.И. Пресноводные водоросли и их изучение. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 1. М., 1951. 199 с.

- Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И.** Синезеленые водоросли: Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. М., 1953. 652 с.
- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С.** Диатомовые водоросли: Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. М., 1951. 619 с.
- Иванова А.П.** Фитопланктон некоторых пойменных водоемов р. Тимптон (Якутия) // Бюл. МОИП. Отд. биол. (Прил. 1, ч. 3. Экология. Природные ресурсы. Рациональное природопользование. Охрана окружающей среды). М., 2009. Т. 114, вып. 3. С. 56–58.
- Иванова А.П.** Флора водорослей планктона водоемов бассейна нижнего течения реки Учур (Южная Якутия) // Биоразнообразии, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: Материалы II Междунар. конф. Горно-Алтайск, 2010. С. 96–101.
- Иванова А.П., Табышев В.А., Копырина Л.И.** Альгофлора водоемов реки Тимптон (Южная Якутия, Россия) // Альгология. 2011. Т. 21, № 4. С. 449–459.
- Комаренко Л.Е., Васильева И.И.** Пресноводные диатомовые и синезеленые водоросли водоемов Якутии. М., 1975. 423 с.
- Комаренко Л.Е., Васильева И.И.** Пресноводные зеленые водоросли водоемов Якутии. М., 1978. 284 с.
- Кордэ Н.В.** Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ) // Жизнь пресных вод СССР. Т. 4, ч. 1. М.; Л., 1956. С. 383–413.
- Коршиков О.А.** Підклас Протококкові (Protococcineae): Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. 5. Київ, 1953. 439 с.
- Косинская Е.К.** Десмидиевые водоросли. Конъюгаты, или сцеплянки (2). Флора споровых растений СССР. Т. 5, вып. 1. М.; Л., 1960. 706 с.
- Макрушин А.В.** Биологический анализ качества вод. Л., 1974. 58 с.
- Матвиенко А.М.** Золотистые водоросли: Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 3. М., 1954. 188 с.
- Мошкова И.А., Голлербах М.М.** Зеленые водоросли. Класс улотриковые (1): Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 10. Л., 1986. 360 с.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М.** Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые (2): Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 11, ч. 2. Л., 1982. 620 с.
- Разнообразие** растительного мира Якутии / Под ред. Н.С. Данилова. Новосибирск, 2005. 328 с.
- Сладчек В.** Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология. М., 1967. С. 26–31.
- Справочник** по климату СССР. Вып. 24, ч. 2. Л., 1966. 398 с.
- Царенко П.М.** Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев, 1990. 208 с.
- Guiry M.D., Guiry G.M.** Algae Base. 2013. Retrieved July 10, 2010. URL <http://www.algaebase.org>.
- Hartley B., Barber H.G., Carter J.R.** An Atlas of British Diatoms / Ed. P.A. Sims. Bristol, 1996. 601 p.
- Krammer K.** The genus *Pinnularia* // Diatoms of Europe. Königstein, 2000. V. 1. 703 p.
- Krammer K.** *Cymbella*. Diatoms of Europe. Königstein, 2002. 583 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Bacillariophyceae. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2,1. Naviculaceae. Jena, 1986. 876 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Bacillariophyceae. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2,2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Stuttgart; N.Y., 1988. 596 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Bacillariophyceae. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2,3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Stuttgart; Jena, 1991a. 576 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Bacillariophyceae. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2,4. Achnantheaceae, Navicula und Gomphonema. Stuttgart; Jena, 1991b. 437 S.
- Pantle F., Buck H.** Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. 1955. Bd. 96, 18. 604 S.
- Ramanathan K.R.** Ulotrichales. New Delhi, 1964. 181 p.