

ФИТОПЛАНКТОН,  
ФИТОБЕНТОС, ФИТОПЕРИФИТОН

УДК 574.5/275(571.6)

СТРУКТУРНЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СООБЩЕСТВ  
ФИТОПЕРИФИТОНА В ВОДОТОКАХ БАСЕЙНА РЕКИ ЗЕЯ  
(АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2019 г. Л. А. Медведева<sup>1,\*</sup>, А. А. Семенченко<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии Дальневосточное отделение  
Российской академии наук, Россия 690022 Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, д. 159

<sup>2</sup>Дальневосточный федеральный университет, Россия 690950 Владивосток, ул. Суханова, д. 8

\*e-mail: medvedeva@ibss.dvo.ru

Поступила в редакцию 25.10.2016 г.

После доработки 05.03.2017 г.

Принята к публикации 20.06.2017 г.

Приведены результаты исследования водорослей перифитона р. Зeya и девяти водотоков ее бассейна (Амурская обл.). Определен состав доминирующих видов, рассмотрены структурные особенности сообществ, получены количественные характеристики их отдельных компонентов. Общая численность фитоперифитона в р. Зeya была 583 млрд кл./м<sup>2</sup>, биомасса – 102–1106 г/м<sup>2</sup>. В небольших водотоках численность колебалась от 16.2 до 100 млрд кл./м<sup>2</sup>, биомасса – от 2.0 до 18.3 г/м<sup>2</sup>. Основу биомассы составляли диатомовые водоросли (*Encyonema silesiacum*, *Hannaea arcus*, *Ulnaria ulna*, *Gomphonopsis olivaceum*, крупноклеточные виды рода *Gomphonema*), основу численности – цианобактерии и диатомовые водоросли из родов *Achnanthes*, *Fragilaria*, *Gomphonema* и вид *Encyonema minutum*.

**Ключевые слова:** водоросли, перифитон, численность, биомасса, структура сообществ, водотоки бассейна р. Зeya

**DOI:** 10.1134/S0320965219010145

## ВВЕДЕНИЕ

В лотических системах Дальнего Востока доминируют прикрепленные водоросли (фитоперифитон, эпилитон), способные выдерживать воздействие потока воды. Альгоценозы обрастаний характерны для малых рек, где наличие твердого субстрата и высокие скорости течения ограничивают развитие других экологических группировок водорослей [15]. Структура фитоперифитона определяет формирование и функционирование всех элементов водного биоценоза. Водорослевые обрастания образованы видами, различающимися по размеру (от нескольких микрон до нескольких десятков сантиметров) и морфологии. Сообщества чаще всего состоят из прикрепленных одноклеточных, преимущественно гетерополярных колониальных и нитчатых форм, приспособленных к условиям динамичного потока воды [15, 24, 31].

Изучению альгоценозов обрастаний пресноводных водоемов посвящено большое количество работ [4, 7, 9, 13–21, 23, 26, 29, 32, 35, 42–45], в которых в основном описана сукцессия видов или структура фитоперифитона на уровне отделов. Данные по биомассе и численности водорослей, а также их сезонной динамике приводятся реже [3, 34].

Первые сведения о водорослях р. Зeya опубликованы Б.В. Скворцовым [28]. В торфяных болотах в верховьях реки были найдены десмидиевые и диатомовые водоросли, среди которых преобладал *Cosmarium amurense* Skvortzow. Проведенное авторами обследование ряда водотоков позволило значительно расширить сведения о пресноводных водорослях Амурской обл. [19].

Цель работы – исследование структуры сообществ прикрепленных водорослей водотоков бассейна р. Зeya на уровне отделов, родов и видов и количественная оценка альгоценозов обрастаний.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Пробы перифитона собирали летом 2014 г. в р. Зeya и девяти водотоках ее бассейна: Алленга, Тында, Малый Гармакан, Большой Гармакан, Широковская, Малая Макча, Большая Макча, Большая Эракингра, Гулик (рис. 1). Обработку материала проводили по общепринятым методикам [6]. Водорослевые обрастания с камней (эпилитон) смывали водой (объем 100 мл) и фиксировали 4%-ным формалином. Пробы просчитывали в счетной камере собственной конструкции [2] под микроскопом “Amplival” (увеличение ×400 и



**Рис. 1.** Схема расположения станций отбора проб в водотоках бассейна р. Зея: 1 – Алленга, 2 – Тында, 3 – Малый Гармакан, 4 – Большой Гармакан, 5 – Широковская, 6 – Зея ниже плотины ГЭС, 7 – Зея у пос. Овсянка, 8 – Малая Макча, 9 – Большая Макча, 10 – Большая Эракингра, 11 – Гулик.

×1000), при определении видов использовали работы [5, 8, 10–12, 22, 33, 36–39]. Идентификацию диатомовых водорослей проводили в постоянных препаратах, приготовленных перекисным методом. К доминирующим относили виды, численность или биомасса которых составляла  $\geq 10\%$  общей. Массу нитчатых водорослей *Stigeoclonium tenue* (C. Agardh) Kützing, 1843 определяли взвешиванием на торсионных весах материала, подсушенного при комнатной температуре.

Река Зея – один из крупнейших левобережных притоков р. Амур. Исток реки находится на хребте Токинский Становик ( $55^{\circ}44'10''$  с.ш.,  $130^{\circ}34'20''$  в.д.), устье у г. Благовещенск ( $50^{\circ}14'31''$  с.ш.,  $127^{\circ}35'52''$  в.д.). Протяженность реки 1242 км, общая площадь водосбора 233 тыс. км<sup>2</sup>. Водосборный бассейн, который целиком располагается в пределах Амурской обл., характеризуется горным рельефом и сложным орографическим строени-

ем. Почти все притоки берут начало на отрогах горных хребтов, в верховьях они представляют собой бурные потоки, протекающие по узким ущельям. Южная часть бассейна охватывает территорию Зейско-Буреинской низменности, на которой водотоки обретают спокойное течение [25, 27]. На территории бассейна распространена многолетняя мерзлота, речные и грунтовые наледи сохраняются местами до летнего сезона. Муссонный характер климата определяет основные черты водного режима реки. Доля дождевого питания в среднем составляет 50–70% общего годового стока. С апреля по октябрь отмечаются 4–5 паводков, при которых уровень воды поднимается на 4–6 м, а скорость течения увеличивается до 3–4 м/с. Воды р. Зея и ее притоков относятся к слабо минерализованным (минерализация  $< 100$  мг/дм<sup>3</sup>) ультрапресным [30], по классификации О.А. Алекина [1] – к гидрокарбонатно-кальциево-магниевым 2-го типа.

**Таблица 1.** Данные по биомассе и численности основных отделов эпилимтона в обследованных водотоках бассейна р. Зeya

Номер водотока	Река	Число видов	Цианобактерии	Золотистые	Эвгленовые	Диатомовые	Красные	Зеленые	Общая
1	Алленга	17	0.7	—	—	15.4	—	0.5	16.6
			0.0			4.1		0.2	4.3
2	Тында	18	—	—	—	31.5	—	0.3	31.8
						11.8		0.1	11.9
3	Малый Гармакан	21	14.4	—	—	2.0	—	9.0	25.4
			0.4			0.8		3.1	4.3
4	Большой Гармакан	23	0.9	—	—	6.5	1.3	7.5	16.2
			0.0			3.6	1.6	4.5	9.7
5	Широковская	14	95.9	—	—	4.2	—	—	100
			2.0			1.1		—	3.1
6	Зeya ниже плотины ГЭС*	25	36.9	—	—	27.8	—	27.6	92.3
			10.3			31.3		1064	1106
7	Зeya у пос. Овсянка	28	386	0.4	0.4	196	—	—	583
			6.6	0.4	0.6	94.0		102	
8	Малая Макча	38	—	—	—	4.5	12.2	0.5	17.2
						2.8	15.3	0.2	18.3
9	Большая Макча	29	—	—	—	16.2	—	—	16.2
						8.2		—	8.2
10	Большая Эракингра	14	20.0	—	—	47.7	—	1.2	68.9
			0.1			15.3		0.7	16.1
11	Гулик	23	44.8	—	—	2.9	0.1	—	47.8
			0.9			1.0	0.1	2.0	

Примечание. Здесь и в табл. 2 над чертой — численность, млрд кл./м<sup>2</sup>; под чертой — биомасса, г/м<sup>2</sup> эпилимтона. “—” — отсутствие группы.

\* Численность подсчитана без учета нитчаток.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В обрастаниях камней водотоков бассейна р. Зeya обнаружено 128 видов водорослей и цианобактерий (131 с учетом внутривидовых таксонов) из 58 родов: *Cyanobacteria* — 7 видов, *Euglenophyta* — 2, *Chrysophyta* — 1, *Bacillariophyta* — 104 (107), *Rhodophyta* — 3, *Chlorophyta* — 11.

Наибольшее число видовых и внутривидовых таксонов (28–38) зафиксировано в реках Зeya у пос. Овсянка, Большая и Малая Макча, наименьшее (14) — в реках Широковская и Большая Эракингра (табл. 1). В остальных водотоках отмечено 17 — 25 видов.

В структуре сообщества р. Алленга по численности преобладали диатомовые водоросли *Achnantheidum minutissimum* (Kützing) Czarniecki, *Gomphoneis olivaceum* (Hornemann) Dawson ex Ross et Sims, *Gomphonema angustatum* (Kützing) Rabenhorst и *G. angustum* C. Agardh.

Видовой состав эпилимтона в р. Тында сходен с таковым в р. Алленга. Здесь также доминировали *Achnantheidum minutissimum*, *Gomphoneis olivaceum*,

*Gomphonema angustatum* и *G. angustum*, в качестве субдоминантов к ним прибавились *Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Round et Bukhtiyarova и *Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek et Stoermer.

В р. Малый Гармакан развивались цианобактерии, диатомовые и один вид зеленых водорослей. В массе вегетировали *Achnantheidum minutissimum*, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Reimeria sinuata*. В качестве субдоминанта отмечена *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot, не обнаруженная в других обследованных водотоках. Вид относится к ксено-олигосапробионтам, т.е. к показателям вод хорошего качества, предпочитает воды с низким содержанием солей.

В составе эпилимтона в р. Большой Гармакан, кроме цианобактерий, диатомовых и зеленых водорослей, выявлен представитель отдела красных водорослей (*Rhodophyta*) *Audouinella Bory*. По численности доминировали виды рода *Gomphonema*: *G. angustum* и *G. parvulum* (Kützing) Kützing, а также *Achnantheidum minutissimum*, *Cocconeis placentula* и *Reimeria sinuata*.

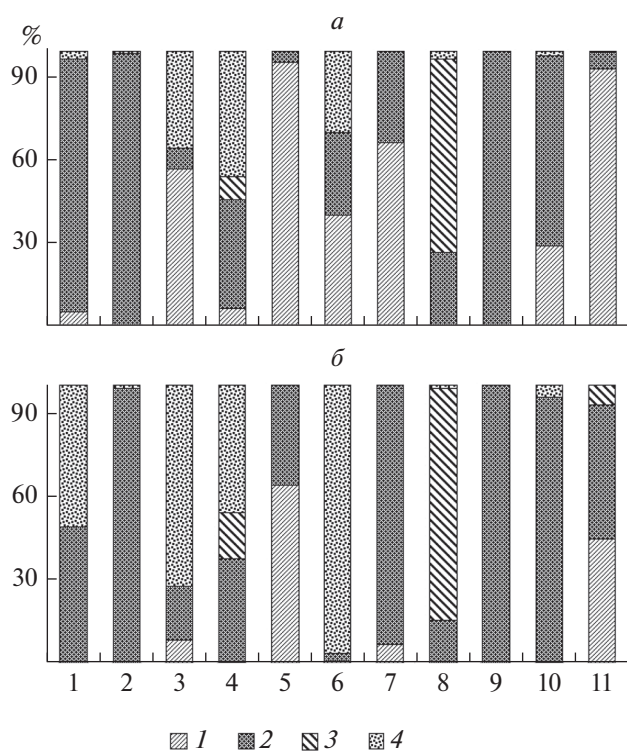


Рис. 2. Относительная численность (а) и биомасса (б) отделов водорослей обрастаний в водотоках бассейна р. Зея. 1 – цианобактерии, 2 – диатомовые, 3 – красные, 4 – зеленые. Обозначения 1–11 на оси абсцисс см. рис. 1.

В эпилите р. Широковская к доминирующим по численности видам относились *Gomphonema parvulum* и *Gomphoneis olivaceum*, к субдоминантам – *Achnanthydium minutissimum* и виды рода *Encyonema*.

В русле р. Зея ниже плотины Зейской ГЭС камни были покрыты мощными скоплениями зеленых нитчатых водорослей *Stigeoclonium tenue*. В состав доминантов входили также диатомовые *Achnanthydium minutissimum*, *Diatoma mesodon* (Ehrenberg) Kützing, *Fragilaria capucina* Desmazières, *Gomphoneis olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kützing, *T. flocculosa* (Roth) Kützing. Два последних вида характерны для стоячих водоемов и заводей рек. Ниже по течению р. Зея у пос. Овсянка массовые скопления *Stigeoclonium tenue* не отмечены. Комплекс доминирующих и по численности и биомассе видов диатомовых остался почти неизменным: *Gomphonema parvulum*, *Achnanthydium minutissimum*, *Gomphoneis olivaceum*, кроме них в массе развивалась цианобактерия *Homoeothrix janthina* (Bornet et Flahault) Starmach.

К особенностям эпилитона р. Малая Макча относилось преобладание красных водорослей из рода *Audouinella*. В массе вегетировали диатомо-

вые *Gomphonema angustatum*, *G. angustum*, *G. parvulum*. В отличие от других рек, здесь обнаружено несколько видов рода *Eunotia* Ehrenberg (*E. bilunaris* (Ehrenberg) Mills, *E. diadema* Ehrenberg, *E. didodon* Ehrenberg, *E. fallax* A. Cleve-Euler, *E. minor* (Kützing) Grunow, *E. praerupta* Ehrenberg). Его представители чаще всего встречаются в заболоченных водах с пониженными значениями pH.

Эпилитон р. Большая Макча представлен исключительно диатомовыми водорослями. К массовым видам относились *Achnanthydium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *Fragilaria capucina*, *Cocconeis placentula* и *Gomphoneis olivaceum*. Два последних вида доминировали и по биомассе.

Группировка водорослей в р. Большая Эракингра также в основном состояла из диатомовых с доминированием *Achnanthydium minutissimum*, *Gomphoneis olivaceum*, *Gomphonema angustatum*, *G. angustum*. Основная доля биомассы сообщества приходилась на виды родов *Gomphoneis* и *Gomphonema*.

В обрастаниях камней р. Гулик по численности преобладала мелкоклеточная цианобактерия *Homoeothrix janthina*, из диатомей наибольшая частота встречаемости отмечена у *Reimeria sinuata*.

Показатели развития эпилитона в небольших водотоках колебались в узких пределах (табл. 1): общая численность – 16,2–100 млрд кл./м<sup>2</sup>, биомасса – 2,0–18,3 г/м<sup>2</sup>. Наименьшая численность отмечена в реках Большая Макча, Большой Гармакан, Алленга; наименьшая биомасса – в реках Гулик, Широковская, Алленга. Эпилитон р. Зея от плотины ГЭС до пос. Овсянка характеризовался очень высокими количественными показателями, достигающими 583 млрд кл./м<sup>2</sup> и 102–1106 г/м<sup>2</sup>. При этом ниже плотины Зейской ГЭС масса нитчатых водорослей *Stigeoclonium tenue*, от которых невозможно было отделить диатомеи, составляла 996 мг/м<sup>2</sup>.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ структуры альгоценозов обрастаний в водотоках бассейна р. Зея позволил выделить основные типы сообществ на уровне отделов. В реках Малый Гармакан, Широковская, Гулик, на участке р. Зея у пос. Овсянка развиваются сообщества с численным преобладанием цианобактерий, в реках Алленга, Тында, Большая Макча – диатомовых водорослей. На обследованных участках рек Большой Гармакан и Зея ниже плотины ГЭС примерно в равных соотношениях численности представлены цианобактерии, диатомовые и зеленые водоросли. В р. Малая Макча выявлены группировки, в которых преобладают диатомовые или красные водоросли (рис. 2а).

В сложении биомассы основная роль чаще принадлежит диатомовым водорослям, домини-

рующим в реках Тынды, Зeya у пос. Овсянка, Большая Макча, Большая Эракингра. Реже встречаются сообщества, в которых по биомассе преобладают зеленые водоросли (р. Зeya ниже плотины Зейской ГЭС, реки Малый и Большой Гармакан), а в единичных случаях — красные водоросли (р. Малая Макча) и цианобактерии (р. Широковская) (рис. 2б).

У большинства рек Дальнего Востока сходная структура фитоперифитона с преобладанием диатомовых водорослей и цианобактерий [18–20, 41]. В целом наши данные сопоставимы с полученными при изучении водорослей перифитона водотоков различных рек данного региона [4, 15, 21, 32, 35, 42–45], лишь в отдельных случаях отмечено массовое развитие цианобактерий и зеленых водорослей [40, 46].

Высоким видовым разнообразием во всех обследованных водотоках характеризуются диатомовые водоросли, которые часто преобладают количественно, особенно в сложении биомассы сообществ (табл. 2). К наиболее распространенным относятся виды *Achnanthydium minutissimum*, *Cocconeis placentula*, *Gomphoneis olivaceum*, *Gomphonema angustatum*, *G. parvulum*, *G. angustum*, *Reimeria sinuata* и *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère. Часто в состав доминантов входят представители маловидовых или монотипных родов *Hannaea* Patrick, *Tabellaria* Ehrenberg ex Kützing, *Cocconeis* Ehrenberg, *Meridion* C. Agardh.

Главная роль в формировании эпилимнтона принадлежит гетерополярным клеткам из родов *Gomphonema* Ehrenberg и *Gomphoneis* Cleve. При обработке количественных проб невозможно точно установить их видовую принадлежность, поэтому условно выделены три группы с разными размерами клеток. Просмотр постоянных препаратов позволил отнести крупные гомфонемы к *Gomphonema affine* Kützing и *G. angustum*, средние — к *G. angustatum* и *Gomphoneis olivaceum*, мелкие — к *Gomphonema parvulum*. Постоянные спутники гомфонем — виды рода *Achnanthydium* Kützing, *Cocconeis placentula*, *Hannaea arcus* (Ehrenberg) Patrick, обладающие способностью прикрепляться к субстрату. Для сообществ типичны также виды родов *Encyonema* Kützing (*E. minutum*, *E. silesiacum*) и *Fragilaria* Lyngbye. Крупноклеточная *Ulnaria ulna* обычно встречалась в небольших количествах, однако за счет своих размеров часто лидировала по биомассе.

Виды, которые доминируют по численности и биомассе или характеризуются максимальными значениями этих показателей, часто различны. Так, в перифитоне рек Восточной Фенноскандии численно преобладают диатомеи, а биомассу формируют, в основном, нитчатые зеленые и красные водоросли [15]. Причины этого связаны со структурой сообществ и морфологическими особенностями водорослей обрастаний, представленных видами с различными размерами.

В обследованных водотоках к видам, доминирующим по численности, относятся мелкоклеточные диатомовые *Achnanthydium* sp., *Fragilaria* sp. 1, *Gomphonema* sp. 3 (р. Зeya в районе пос. Овсянка) и *Encyonema minutum* (р. Большая Макча). Основу биомассы чаще всего составляют крупноклеточные формы *Gomphonema* sp. 2 (cf. *Gomphoneis olivaceum*), *Encyonema silesiacum*, *Hannaea arcus*, *Ulnaria ulna*, *Tabellaria fenestrata* (р. Зeya в районе пос. Овсянка). *Gomphonema* sp. 2 (cf. *Gomphoneis olivaceum*) доминирует также в р. Большая Эракингра, а *Tabellaria fenestrata* — в р. Зeya ниже плотины ГЭС (табл. 2). Иногда в сложении биомассы существенную роль играют мелкоклеточные виды с высокой численностью: *Achnanthydium* sp. и *Gomphonema* sp. 3 (р. Зeya в районе пос. Овсянка).

В водорослевых обрастаниях р. Зeya, в отличие от ее притоков, наряду с водорослями перифитона в значительных количествах обнаружены планктонные формы *Asterionella formosa* Hassall, *Diatoma tenue* C. Agardh, *D. vulgare* Borg, *Fragilaria capucina*, *Nitzschia* sp., *Tabellaria fenestrata* и *T. flocculosa*. Только ниже плотины Зейской ГЭС в состав доминантов входит галофил *Brebissonia boeckii* (Ehrenberg) Grunow, развивающийся в слабо солоноватых водах. Высокие показатели численности и биомассы эпилимнтона отмечаются на этом участке реки постоянно. Так, в 2010 г. камни в русле реки были покрыты мощным ковром водорослей толщиной до 2 см из нескольких нитчатых форм. Основную массу обрастаний на плесе формировали цианобактерии *Phormidium corium* (C. Agardh) Gomont, *Phormidium* sp., *Symplocos* sp., *Lyngbya* sp., *Aphanizomenon* sp. и одноклеточный *Synechococcus* sp., а на перекате — нитчатые зеленые водоросли *Ulothrix zonata* (Weber et Mohr) Kützing и *U. tenuissima* Kützing. Биомасса водорослей на перекате достигала 1130 г/м<sup>2</sup> [19], хотя температура воды на данном участке даже в летнее время не поднимается выше 5°C, высокое обилие эпилимнтона может быть связано со снижением скорости течения или с поступлением в русло реки вод из глубинных слоев водохранилища, богатых растворенными биогенными веществами.

**Выводы.** В водотоках бассейна р. Зeya обнаружено 128 видов водорослей из шести отделов с преобладанием цианобактерий, диатомовых и зеленых. К доминирующим по численности видам относятся диатомовые водоросли *Encyonema minutum* и представители родов *Achnanthydium*, *Fragilaria* и *Gomphonema*. Основу биомассы составляют *Encyonema silesiacum*, *Hannaea arcus*, *Ulnaria ulna*, *Gomphoneis olivaceum*, крупноклеточные виды рода *Gomphonema*, реже — *Tabellaria fenestrata*. Максимальная численность и биомасса зарегистрированы в эпилимноте р. Зeya.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 14-50-00034).

Таблица 2. Видовое разнообразие диатомовых водорослей эпилимниона обследованных водотоков

Вид	Водоток*										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Achnanthisidium</i> sp.	<u>7.4</u> 0.9	<u>5.8</u> 0.9	<u>0.3</u> 0.1	<u>0.4</u> 0.1	—	<u>2.1</u> 0.3	<u>83.8</u> 13.4	—	<u>4.1</u> 0.7	<u>21.3</u> 3.4	<u>0.9</u> 0.1
<i>Asterionella formosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Brebissonia boeckii</i>	—	—	—	—	—	<u>0.3</u> 1.1	—	—	—	—	—
<i>Cocconeis placentula</i>	—	—	<u>0.2</u> 0.2	<u>2.4</u> 2.4	—	—	—	—	<u>0.5</u> 0.5	<u>0.2</u> 0.2	<u>0.4</u> 0.5
<i>Diatoma mesodon</i>	—	—	—	—	—	<u>9.3</u> 10.9	<u>5.6</u> 4.3	—	—	—	—
<i>D. tenue</i>	—	—	—	—	—	<u>0.3</u> 0.1	<u>4.0</u> 0.7	—	—	—	—
<i>D. vulgare</i>	—	—	—	—	—	—	<u>5.6</u> 5.0	—	—	—	—
<i>Encyonema minutum</i>	<u>0.2</u> 0.0	<u>1.6</u> 0.2	—	<u>1.7</u> 0.2	<u>0.8</u> 0.1	—	<u>4.0</u> 0.4	—	<u>6.7</u> 0.7	<u>0.5</u> 0.1	—
<i>E. silesiacum</i>	—	—	—	<u>0.4</u> 0.3	<u>0.5</u> 0.4	<u>0.8</u> 0.6	<u>5.2</u> 4.2	<u>0.2</u> 0.2	<u>2.0</u> 1.6	<u>0.2</u> 0.1	—
<i>Fragilaria capucina</i>	—	—	—	—	—	<u>1.1</u> 0.4	<u>1.2</u> 0.7	<u>0.2</u> 0.1	<u>0.5</u> 0.4	—	—
<i>F. sp. 1</i>	—	<u>0.3</u> 0.1	<u>0.1</u> 0.0	—	—	<u>0.3</u> 0.1	<u>5.2</u> 1.6	<u>0.5</u> 0.1	<u>2.0</u> 0.6	<u>0.2</u> 0.1	<u>0.2</u> 0.1
<i>F. vaucheriae</i>	—	<u>2.0</u> 0.4	—	—	—	<u>0.3</u> 0.1	—	—	—	—	—
<i>Gomphonema</i> sp. 1 (крупная)	—	—	—	<u>0.2</u>	—	<u>0.5</u>	<u>1.6</u>	—	<u>1.0</u>	<u>1.5</u>	—
<i>Gomphonema affine</i>	—	—	—	0.3	—	0.4	2.6	—	1.6	2.4	—
<i>Gomphonema</i> sp. 2 (средняя)	<u>5.0</u>	<u>7.9</u>	<u>0.8</u>	—	<u>0.3</u>	<u>1.1</u>	<u>11.2</u>	—	—	<u>17.5</u>	—
<i>Gomphonema angustatum</i>	2.2	4.0	0.4	—	0.1	0.5	5.0	—	—	7.9	—
<i>Gomphoneis olivaceum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gomphonema</i> sp. 3 (мелкая)	<u>2.4</u>	<u>9.9</u>	<u>0.3</u>	<u>0.2</u>	<u>2.4</u>	<u>0.3</u>	<u>38.9</u>	<u>0.2</u>	<u>4.1</u>	<u>6.0</u>	<u>0.9</u>
<i>Gomphonema parvulum</i>	0.4	1.8	0.1	0.0	0.4	0.1	7.0	0.0	0.7	1.1	0.2
<i>Hannaea arcus</i>	—	<u>0.3</u> 0.3	<u>0.1</u> 0.1	—	—	<u>2.1</u> 1.5	<u>9.8</u> 6.9	—	<u>1.0</u> 1.1	<u>0.1</u> 0.1	—
<i>Meridion circulare</i>	—	—	—	—	—	—	<u>0.8</u> 0.2	—	<u>0.5</u> 0.1	—	<u>0.2</u> 0.1
<i>Navicula</i> sp.	—	—	—	—	—	—	<u>4.0</u> 1.8	<u>0.2</u> 0.1	—	—	<u>0.2</u> 0.1
<i>Nitzschia</i> sp.	—	<u>0.1</u> 0.1	—	—	—	<u>1.3</u> 0.5	<u>3.2</u> 0.5	—	—	—	—
<i>Reimeria sinuata</i>	<u>0.2</u> 0.0	<u>0.8</u> 0.2	—	<u>0.6</u> 0.1	<u>0.3</u> 0.1	—	—	—	—	—	—
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	—	—	<u>0.1</u> 0.1	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 2. Окончание

Вид	Водоток*										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Ulnaria ulna</i>	0.1 0.4	0.4 2.5	—	—	—	0.9 6.5	4.2 29.5	—	—	—	—
<i>Tabellaria fenestrata</i>	—	—	—	—	—	4.0 6.2	6.2 9.6	—	—	—	—
<i>T. flocculosa</i>	—	—	—	—	—	1.3 1.1	—	—	—	—	—

\* Номера водотоков соответствуют названиям, указанным в табл. 1.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеорологический издат, 1970. 444 с.
2. *Баранова С.С., Медведева Л.А.* К методике количественного учета микрофитобентоса малых рек Дальнего Востока России // *Альгология*. 2004. Т. 14. № 1. С. 101–110.
3. *Беляева П.Г.* Структура фитоперифитонных сообществ в речных экосистемах (обзор) // *Изв. Пензенск. гос. пед. ун-та им. В.Г. Белинского*. 2011. Вып. 25. С. 484–492.
4. *Беляева П.Г., Поздеев И.В.* Донные сообщества р. Чусовая (бассейн Камы) // *Вестн. Пермск. ун-та. Сер. Биол.* 2005. Вып. 6. С. 103–107.
5. *Виноградова К.Л., Голлербах М.М., Зауер Л.М., Сдобникова Н.В.* Зеленые, красные и бурые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Л.: Наука, 1980. Вып. 13. 248 с.
6. *Водоросли.* Справочник. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.
7. *Глуценко Л.А., Дубовская О.П., Иванова Е.А. и др.* Гидробиологический очерк некоторых озер горного хребта Ергаки (Западный Саян) // *Журн. Сиб. фед. ун-та. Биология*. 2009. Т. 2. № 3. С. 355–378.
8. *Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И.* Синезеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Сов. наука, 1953. Вып. 2. 652 с.
9. *Девяткин В.Г.* Динамика развития альгофлоры обростаний в Рыбинском водохранилище // *Тр. Ин-та биологии внутр. вод. АН СССР*. 1979. Вып. 42(45). С. 78–108.
10. *Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные)*. Л.: Наука, 1988. Т. 2. Вып. 1. 116 с.
11. *Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные)*. СПб.: Наука, 1992. Т. 2. Вып. 2. 125 с.
12. *Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шишукова В.С.* Диатомовые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Сов. наука, 1951. Вып. 4. 619 с.
13. *Игнатова Н.В., Помазкина Г.В.* Биоценозы диатомовых водорослей и их роль в формировании поверхностного слоя донных отложений в южном Байкале // *Проблемы экологии Прибайкалья: Тез. докл. 3 Всесоюз. науч. конф. Иркутск, 1988. Ч. 2. С. 96.*
14. *Качаева М.И.* Количественный учет биомассы обростаний водорослей р. Ингоды // *Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных областей*. Вып. 4. Чита: Изд-во Забайкал. отд. Всесоюз. ботан. об-ва АН СССР, 1972. С. 22–25.
15. *Комулайнен С.Ф.* Экология фитоперифитона малых рек Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: Изд-во Карельск. науч. центра РАН, 2004. 182 с.
16. *Левадная Г.Д.* Микрофитобентос реки Енисей. Новосибирск: Наука, 1986. 286 с.
17. *Левадная Г.Д., Чайковская Т.С.* Водорослевая растительность Енисей и ее продукция // *Круговорот вещества и энергии в водоемах. Элементы биотического круговорота. Лиственичное на Байкале*, 1977. С. 96–99.
18. *Медведева Л.А.* Структурная характеристика сообществ водорослей перифитона водотоков бассейна реки Бурея (Хабаровский край, Российская Федерация) // *Гидробиол. журн.* 2006. Т. 42. № 6. С. 22–40.
19. *Медведева Л.А.* Альгологические исследования водотоков бассейна реки Зeya и Зейского водохранилища // *Гидробиологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: Дальнаука*, 2010. С. 45–92.
20. *Медведева Л.А.* Количественные характеристики сообществ перифитонных водорослей реки Кедровая (Приморский край) // *Чтения памяти проф. В. Я. Леванидова*. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 443–452.
21. *Метелёва Н.Ю.* Структура и продуктивность фитоперифитона водоемов бассейна Верхней Волги: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Институт биол. внутр. вод. Борок, 2013. 22 с.
22. *Мошкова И.А., Голлербах М.М.* Зеленые водоросли. Класс улотриксковые (1). Определитель пресноводных водорослей СССР. Л.: Наука, 1986. Вып. 10. 360 с.
23. *Помазкина Г.В., Щербакова Т.А.* Видовой состав Bacillariophyta литоральной зоны озера Байкал (Россия) // *Альгология*. 2010. Т. 20. № 4. С. 449–463.
24. *Протасов А.А.* Пресноводный перифитон. Киев: Наук. думка, 1994. 307 с.
25. *Ресурсы поверхностных вод СССР. Дальний Восток. Т. 18: Верхний и Средний Амур*. Л.: Гидрометеоиздат, 1966. Вып. 1. 781 с.
26. *Рычкова М.А.* Водоросли обростаний озер Воже и Лача // *Гидробиология озер Воже и Лача в связи с прогнозом качества вод, перебрасываемых на юг*. Л.: Наука, 1978. С. 28–35.
27. *Сиротский С.Е., Тесленко В.А.* Физико-географическая характеристика бассейна реки Зeya в районе исследований // *Гидробиологический мониторинг*

- ринг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: Дальнаука, 2010. С. 12–23.
28. *Скворцов Б.В.* Водоросли верховьев р. Зеи Амурской области. Материалы по флоре водорослей Азиатской России. 4. // Журн. рус. ботан. об-ва. 1917. Т. 2. С. 117–120.
  29. *Станиславская Е.В.* Перифитон притоков Ладожского озера // Охрана и рациональное использование водных ресурсов Ладожского озера и других больших озер. СПб.: Лема, 2003. С. 249–252.
  30. *Шестеркина Н.М., Таловская В.С., Сиротский С.Е. и др.* Условия формирования и качество воды реки Зея и ее притоков в пределах Зейско-Селемджинской и Амуро-Зейской возвышенных равнин // Гидробиологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: Дальнаука, 2010. С. 23–35.
  31. *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems.* San Diego; N.Y.; Boston; L.; Sydney; Tokyo; Toronto: Acad. Press, 1996. 753 p.
  32. *Algarte V.M., Siqueira N.S., Rodrigues L.* Desiccation and recovery of periphyton biomass and density in a subtropical lentic ecosystem // *Acta Sci. Biol. Sci.* 2013. V. 35. № 3. P. 311–318.
  33. *Hartley B., Barber H.G., Carter J.R.* An Atlas of British Diatoms. Bristol: Biopress Ltd., 1996. 601 p.
  34. *Iwaniec D., Childers D.L., Rondeau D. et al.* Effects of hydrologic and water quality drivers on periphyton dynamics in the southern Everglades // *Hydrobiologia.* 2006. V. 569. № 1. P. 223–235.
  35. *Izagirre O., Elozegi A.* Environmental control of seasonal and inter-annual variations of periphytic biomass in a North Iberian stream // *Ann. limnol. – Int. J. Lim.* 2005. V. 41(1). P. 35–46.
  36. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2, 1. Jena: Gustav Fisher Verlag, 1986. 876 S.
  37. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2, 2. Stuttgart; N.Y.: Gustav Fisher Verlag, 1988. 596 S.
  38. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2, 3. Stuttgart; Jena: Gustav Fisher Verlag, 1991. 576 S.
  39. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2, 4. Stuttgart; Jena: Gustav Fisher Verlag, 1991. 437 S.
  40. *Lindström E.A., Johansen S.W., Saloranta T.* Periphyton in running waters – long-term studies of natural variation // *Hydrobiologia.* 2004. V. 521. № 1. P. 63–86.
  41. *Medvedeva L.A., Semenchenko A.A.* Phytoperiphyton of the Samarga River Basin (Primorskii Krai) // *Inland Water Biol.* 2014. V. 7. № 2. P. 141–147. doi 10.1134/S1995082914010106
  42. *Nedbalic B., Chiriac E., Nedbalic R., Coadă V.* Taxonomic structure and quantitative dynamics of the periphyton algaeflora of the river Ichel (Republic of Moldova) // *Analele Științifice ale Universității “Al. I. Cuza” Iași s. II a. Biologie vegetală.* 2013. V. 59. № 1. P. 27–33.
  43. *Pfeiffer T.Ž., Mihaljević M., Špoljarić D. et al.* The disturbance-driven changes of periphytic algal communities in a Danubian floodplain lake // *Knowl. Manag. Aquat. Ec.* 2015. V. 416. № 2. P. 1–15.
  44. *Potapova M.G., Charles D.F.* Benthic diatoms in USA rivers: distributions along spatial and environmental gradients // *J. Biogeogr.* 2002. V. 29. № 2. P. 167–187.
  45. *Potapova M.G., Charles D.F.* Distribution of benthic diatoms in U.S. rivers in relation to conductivity and ionic composition // *Freshwater Biol.* 2003. V. 48. № 2. P. 1311–1328.
  46. *Villeneuve A., Montuelle B., Bouchez A.* Effect of minor changes in light intensity, current velocity and turbulence on the structure and function of the periphyton // *Aquat. Sci.* 2010. V. 72. № 1. P. 33–44.

## Structural and Quantitative Features of Phytoperiphyton Communities in the Watercourses of the Zeya River Basin (Amur Region)

L. A. Medvedeva<sup>a,\*</sup> and A. A. Semenchenko<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Russia 690022 Vladivostok, Prospect 100-letiya Vladivostok, 159

<sup>b</sup>Far Eastern Federal University, Russia 690950 Vladivostok, Sukhanova Street, 8

\*e-mail: medvedeva@ibss.dvo.ru

The results of the study on the periphyton algal community structural features of some watercourses of Zeya River basin (Amur region) are given. The species composition of dominant periphyton algae, an assessment of the structural features of algal communities and quantitative characteristics of their individual components are represented. In medium-sized watercourses the total number of algae ranged from 16.2 to 100 billion cells/m<sup>2</sup> and the total biomass from 2.0 to 18.3 g/m<sup>2</sup>. In the large Zeya River algae communities had the total number 583 billion cells/m<sup>2</sup>, biomass from 102 to 1106 g/m<sup>2</sup>. Cyanobacteria often dominate in numbers, and the diatoms prevail in biomass. The genera *Achnantheidium*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Encyonema minutum* made a major contribution to the abundance. The biomass was mainly formed by *Encyonema silesiacum*, *Hannaea arcus*, *Ulnaria ulna*, *Gomphoneis olivaceum*, macrocellular species of *Gomphonema*.

**Keywords:** algae, periphyton, abundance, biomass, community structure, watercourses of the Zeya River basin