

УДК 574.583

Н. А. Мартыненко^{a,b}, И. В. Поздеев^{a,b}, М. А. Бакланов^b

^a Пермское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Пермь, Россия

^b Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

СТРУКТУРА АЛЬГОЦЕНОЗОВ РЕК ПЕРМСКОГО КРАЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАСОЛЕНИЯ ОТХОДАМИ КАЛИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Представлена структура альгоценозов р. Яйвы, Волима, Чёрной и Лёнвы Пермского края. Приведены данные по количественным характеристикам (численности и биомассе) потамофитопланктона изученных рек и их пространственной динамике. Выяснено, что значения структурных показателей альгоценозов (биомасса, индекс плотности) ниже в реках с высокой минерализацией. Выявлены массовые виды: *Diatoma elongatum*, *D. vulgare*, *Fragilaria capucina*, *F. crotonensis*, *Navicula viridula*, *Nitzschia tryblionella*, *Ulnaria ulna* (все – Bacillariophyta) и *Klebsormidium subtile* (Streptophyta). По доминантным комплексам и значениям индекса плотности входящих в них видов альгоценозы исследованных участков рек сгруппированы в пять кластеров, совпадающих со значениями минерализации воды, в ряде рек изменяющейся под влиянием отходов калийного производства. В водорослево-цианобактериальных сообществах р. Волим был обнаружен эффект запаздывания в их реакции на увеличение степени минерализации.

Ключевые слова: потамофитопланктон; повышенная минерализация; водотоки; Пермский край.

N. A. Martynenko^{a,b}, I. V. Pozdeev^{a,b}, M. A. Baklanov^b

^a Perm Branch FSBSI «GosNIORH», Perm, Russian Federation

^b Perm State University, Perm, Russian Federation

ALGAECENOSES STRUCTURE OF THE PERMSKIY KRAI RIVERS UNDER ANTHROPOGENIC SALINIZATION OF POTASSIUM PRODUCTION WASTES

In the article, structural indicators of algaecenoses of Yaiva, Volim, Chernaya and Lenva rivers of Permskiy krai was presented. The data of quantitative characteristics (numerosity and biomass) of potamophytoplankton and their spatial dynamic of studied rivers was provided. It was revealed that the parameters of the structure of algaecenoses (biomass and density index) are lower in the high mineralization rivers. Mass species was revealed: *Diatoma elongatum*, *D. vulgare*, *Fragilaria capucina*, *F. crotonensis*, *Navicula viridula*, *Nitzschia tryblionella*, *Ulnaria ulna* (all of them – Bacillariophyta) and *Klebsormidium subtile* (Streptophyta). By the revealed dominant complexes and values of the density index of included species the algaecenoses are grouped into five clusters, which coincides with the mineralization values, changing in some rivers under the influence of potash waste. The lag-effect in reaction to an increase of mineralization level was discovered in the algae-cyanobacterial communities of the Volim river.

Key words: potamophytoplankton; high salinity; water streams; Permskiy krai.

Введение

Водотоки небольшой протяжённости – малые и средние реки – традиционно привлекают к себе внимание учёных-гидробиологов. Именно они, несмотря на размеры, составляют основу гидрографической сети, формируют крупные реки, определяя их гидрологический и гидрохимический режимы, а также состав и характеристики биоценозов

этих рек. В связи с разнообразием их компонентов и их большим числом данные экосистемы до сих пор остаются наименее изученными [Крылов, 2003; Фролова, 2004].

Основополагающим компонентом водных экосистем являются водоросли и цианопрокариоты. Изучение таких характеристик, как доминантный состав, количественные показатели, распределение водорослей и цианей, структура альгоценозов имеет большое

значение для оценки степени и динамики загрязнения и, в частности, засоления водотоков.

Число работ, в которых обсуждается структура альгоценозов водных объектов Пермского края, невелико [Беляева, Поздеев, 2005; Тарасова, Буркова, 2013; Беляева, 2014]. Водоёмы с повышенной минерализацией традиционно рассматриваются как местообитания с экстремальными условиями существования. Лимитирующее влияние высокой солёности способствует формированию специфического биоценоза, структура которого значительно отличается от пресноводной биоты [Ventosa, Aghal, 1999]. Необходимым условием для понимания механизмов функционирования сообществ водных объектов в условиях лимитирующего влияния солёности является определение качественного и количественного состава водорослей и цианобактерий и их связи с абиотическими факторами [Селиванова, Немцева, 2011]. Анализу качественного состава водорослей и цианопрокариот и их связи с факторами среды, посвящена предыдущая работа [Мартыненко, 2017].

Цель данной работы – изучение структуры и количественных характеристик альгоценозов водотоков в условиях антропогенного засоления на примере р. Яйвы, Волима, Чёрной и Лёнвы Пермского края.

Материал и методы

В соответствии с рекомендациями А.М. Комлева и Е.А. Черных [1984] к малым рекам мы относили водотоки длиной от 10 до 100 км, к средним – от 100 до 500 км.

Река Яйва – средняя река длиной 304 км, левый приток р. Камы, а в настоящее время – Камского водохранилища. Воды р. Яйвы на исследованных нами участках, согласно классификации С.П. Китаева [2007], относятся к классу особо пресных (0.05–0.09‰). Минерализация вод реки повышается до уровня среднепресной (0.13‰) после впадения р. Волима.

Река Волим – малая река (12 км), впадающая в р. Яйву на 7.8 км от устья по правому берегу у д. Володин Камень. В верхнем течении воды Волима относятся к классам среднепресных и пресноватых (0.09–1.01‰). После впадения р. Чёрной воды р. Волима становятся средне- и сильносолончатыми (7.54–18.64‰).

Река Чёрная – ручей, длиной около 4.8 км – правый приток р. Волима. В связи с тем, что солёности Второго калийного комбината расположены на площади её водосбора, она засолена от истока до устья. Вода в ней сильносолёная (44.58–51.31‰).

Река Лёнва – левый приток Камского водохранилища протяжённостью 21 км, впадающий в него на 881-м км от устья, у пос. Яйвинского Рейда. Ре-

ка берёт начало рядом со шламохранилищем и солёностями рудника БКПРУ-2 («Уралкалий»), в связи с чем р. Лёнва засолена от истока до устья, вода в ней средне- и сильносолончатая (6.56–10.08‰).

Все изученные реки являются нейтрально-щелочными с высоким содержанием кислорода. Более подробное описание изученных рек и их гидрохимические характеристики приведены в предыдущей работе [Мартыненко, 2017].

Всего была собрана и обработана 31 проба: 7 проб на 4 участках р. Яйвы, 19 проб на 8 участках р. Волима, 3 пробы на 1 участке р. Чёрной, 2 пробы на 2 участках р. Лёнвы.

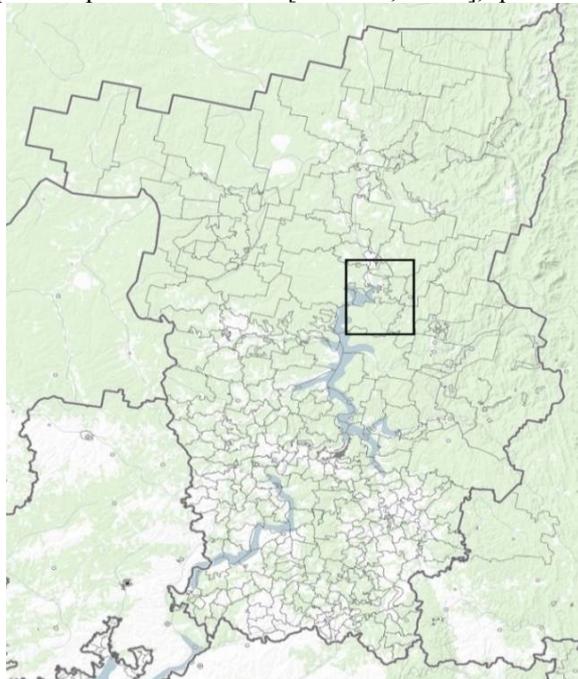
Пробы были отобраны в течение двух вегетационных сезонов: в сентябре 2013 г. – на станциях «Волим 1, 7», «Чёрная 4» и «Яйва 12»; в мае 2014 г. – на всех станциях р. Волима («Волим 1–9») и Чёрной («Чёрная 4»); в сентябре 2014 г. – на всех станциях (табл. 1; рис. 1).

Таблица 1
Географические координаты, общая минерализация вод (S , ‰) и скорость течения (v , м/с) на исследованных участках рек

Участок	координаты (с.ш., в.д.)	S	v
«Яйва 10»	59.1484, 56.7899	–	0.25-0.30
«Яйва 11»	59.2329, 56.6708	0.05	0.20-0.25
«Яйва 12»	59.2734, 56.7632	0.09	0.05-0.10
«Яйва 13»	59.2949, 56.7435	0.13	0.10-0.15
«Волим 1»	59.2696, 56.8700	0.11-0.14	0.17-0.30
«Волим 2»	59.2661, 56.8569	0.51-0.62	0.50-0.70
«Волим 3»	59.2561, 56.8284	0.76-1.01	0.20-0.33
«Волим 5»	59.2536, 56.8239	8.63-18.04	0.20-0.25
«Волим 6»	59.2458, 56.7479	7.54-9.72	0.20-0.30
«Волим 7»	59.2570, 56.7369	7.58-8.96	0.15-0.33
«Волим 8»	59.2600, 56.7376	8.01	0-0.03
«Волим 9»	59.2661, 56.7324	-	0-0.01
«Чёрная 4»	59.2552, 56.8256	44.58-51.31	0.13-0.15
«Лёнва 14»	59.3049, 56.7865	10.08	0.20
«Лёнва 15»	59.3264, 56.7316	6.56	0.33

Пробы потамофитопланктона объёмом 1 л отбирали с поверхностного слоя воды. Сгущение проведено фильтрационным методом. Количественное изучение проводилось в камере «Учинской» объёмом 0.02 см³. Биомасса определялась счётно-объёмным методом, при котором 10⁹ мкм³ соответствует 1 мг сырой биомассы. Стереометрическим методом определялись средние размеры для каждого вида; плотность водорослей считали равной 1 г/м³. [Методические рекомендации..., 1984]. Обработка проб проводилась на микроскопе фирмы «Ломо-Микмед 1» на базе Пермского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ». Определители и таксономические сводки, использованные в работе, приведены в предыдущей публикации [Мартыненко, 2017].

Доминантные комплексы определяли по индексу плотности Л.В. Арнольди [Щербина, 1993]. Доминирующими считались виды, величина индекса плотности которых составляла 20% и более, субдоминантами – от 15 до 20%. Структуру альгоценозов оценивали с помощью индексов видового разнообразия Шеннона [Шеннон, 1963], расчи-



танного по численности (H_N) и по биомассе (H_B). На основании выявленных доминантных комплексов и индексов плотности входящих туда видов методом невзвешенных парногрупповых средних (UPGMA) была построена дендрограмма в программе STATISTICA v. 10.

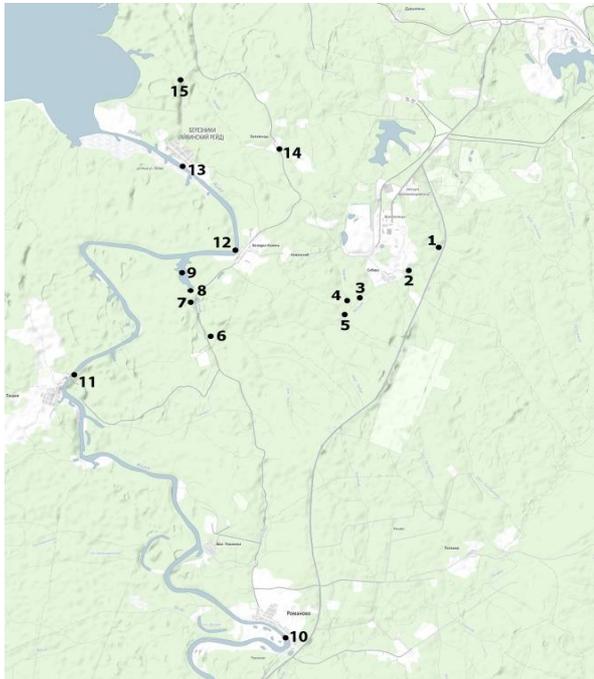


Рис. 1. Карта-схема рек в районе исследования (выделены реки Волим, Чёрная и Лёнва):

1–3 и 5–9 – точки сбора материала на р. Волиме; 4 – на р. Чёрной; 10–13 – на р. Яйве; 14–15 – на р. Лёнве

Результаты и их обсуждение

Доминантами в потамофитопланктоне изученных рек в течение периода исследований были преимущественно диатомовые водоросли, среди которых наиболее часто отмечались представители семейства *Fragilariaceae*: *Fragilaria capucina* Desm., *Diatoma elongatum* (Lyngb.) C. Agardh, *D. vulgare* Bory, *F. crotonensis* Kitton, *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère, а также *Navicula viridula* Kütz., *Nitzschia tryblionella* Hantzsch. Стрептофитовая водоросль *Klebsormidium subtile* (Kütz.) Tрасanna была одним из доминантов в фитопланктоне р. Чёрной.

Доминантный комплекс потамофитопланктона р. Яйвы слагала *Fragilaria capucina* на двух вышележащих участках, не подверженных влиянию вод р. Волима. Её индекс плотности составлял 41 и 35% на участках «Яйва 10» и «Яйва 11», соответственно. На участке ниже устья р. Волима («Яйва 12») её индекс снижался и составлял 30%, здесь к ней присоединялись также *Ulnaria ulna* (22%), *Diatoma vulgare* (21%) и *Fragilaria crotonensis* (21%). На следующем вниз по течению участке, где сказывается подпор Камского водохранилища («Яйва 13»), доминировали *Fragilaria capucina*

(28%), *Diatoma elongatum* (23%) и *F. crotonensis* (23%).

Численность и биомасса потамофитопланктона р. Яйвы сильно варьировали. Данные показатели принимали максимальные значения для всех изученных участков реки на вышележащих участках – «Яйва 10» и «Яйва 11». Ниже устья р. Волима («Яйва 12»), значения показателей снижались до минимальных для реки – почти в 5 раз по численности и в 3 раза – по биомассе. На нижележащем участке р. Яйва («Яйва 13») численность и биомасса снова увеличивались.

Величины индекса видового разнообразия Шеннона, рассчитанного как по численности, так и по биомассе, были относительно высоки на незагрязняемых участках («Яйва 10, 11»). Минимальные значения индексов, так же как и для предыдущих показателей, зафиксированы на участке ниже устья р. Волима («Яйва 12»). На нижележащем участке реки («Яйва 13») видовое разнообразие потамофитопланктона увеличивалось (табл. 2).

В целом, в р. Яйве ниже устья р. Волима, несущего высокоминерализованные воды, происходит качественное и количественное обеднение потамофитопланктона. Ниже по течению («Яйва 13») численность и биомасса водорослей и цианей, а

также рассчитанные на их основе величины индекса Шеннона повышались, характеризуя преобразование речного фитопланктона в водохранилищный.

Массовым видом в составе потамофитопланктона на всех участках р. Волима выступала *Fragilaria capucina*. На верхних участках («Волим 1, 2, 3»), не подверженных засолению, величина индекса плотности данного вида составляла 21–22%. Ниже устья р. Чёрной («Волим 5») степень её доминирования возрастала до 31%. На участках р. Волима выше и ниже устья р. Чёрной («Волим 3 и 5») в состав доминантов входила также *Navicula viridula* – 22–27%.

Таблица 2

Численность (*N*, тыс. кл./л), биомасса (*B*, мг/л) и величины индекса Шеннона потамофитопланктона исследованных рек

Участок	<i>N</i>	<i>B</i>	H_N	H_B
«Яйва 10»	507	0.657	3.94	4.38
«Яйва 11»	621	0.614	3.97	4.44
«Яйва 12»	116	0.229	3.81	4.13
«Яйва 13»	309	0.453	4.52	4.36
«Волим 1»	719	1.592	4.15	4.35
«Волим 2»	270	0.554	3.89	4.14
«Волим 3»	156	0.479	4.18	4.42
«Волим 5»	259	0.672	3.77	3.98
«Волим 6»	684	3.310	3.47	2.84
«Волим 7»	407	1.443	3.55	3.08
«Волим 8»	990	3.737	3.44	3.06
«Волим 9»	111	0.370	3.42	3.86
«Чёрная 4»	452	0.555	2.59	2.91
«Лёнва 14»	2292	1.427	0.40	0.85
«Лёнва 15»	794	1.032	1.07	1.49

На нижележащих участках («Волим 6, 7 и 8»), испытывающих сильное засоление, зарегистрировано изменение доминантного комплекса. Наиболее массовыми видами здесь выступали *Diatoma vulgare* (32–38%) и *Ulnaria ulna* (28–35%). Ниже по течению, в заливе р. Волима («Волим 9»), в составе потамофитопланктона не было выраженных доминантов: *Fragilaria crotonensis* – 19%, *F. capucina* – 17% и *Ulnaria ulna* – 16%.

Значения численности и биомассы клеток потамофитопланктона в р. Волиме сильно варьировали на разных участках. На участке реки выше устья р. Чёрной («Волим 1, 2, 3») численность и биомасса фитопланктона снижались. Ниже устья р. Чёрной, на участке максимального засоления, эти показатели возрастали («Волим 5, 6»). На нижележащих участках р. Волима («Волим 7, 8, 9») численность и биомасса водорослей и цианей варьировали с увеличением амплитуды значений. Максимальные величины количественных показателей развития фитопланктона зарегистрированы на загрязняемом участке («Волим 8»), минимальные – в заливе р. Волима («Волим 9»).

Аналогичные изменения претерпевали величины индекса видового разнообразия Шеннона. Его максимальные значения отмечены на участках выше устья р. Чёрной («Волим 1, 2, 3»). В р. Волиме ниже устья р. Чёрной («Волим 5»), происходило снижение этих параметров с минимумом на участке «Волим 6».

Рассматривая динамику структурных характеристик изученных альгоценозов р. Волима, мы видим эффект запаздывания в реакции сообществ на увеличение степени минерализации. Так, показатели структуры доминантных комплексов и показатели видового разнообразия потамофитопланктонных сообществ выше и ниже устья р. Чёрной («Волим 3 и 5») были сходными. На нижележащих участках р. Волима («Волим 6, 7, 8») численность и, особенно, биомасса увеличиваются. В заливе р. Волима («Волим 9») количественные характеристики потамофитопланктона снижаются. Данный эффект, вероятно, можно объяснить расслоением водных масс – погружением высокоминерализованных водных масс и их обитателей в придонные слои и развитие их там [Проявление эффекта..., 2011].

В р. Чёрной в условиях максимального засоления численность и биомасса потамофитопланктона и рассчитанные на их основе индексы разнообразия Шеннона были относительно невелики. В доминантный комплекс входили *Klebsormidium subtile* (37%) и *Fragilaria capucina* (26%).

В р. Лёнве в условиях средне- и сильносолоноватых вод доминировала *Fragilaria capucina*. На нижнем участке в доминантный комплекс также входила *Ulnaria ulna* (39%).

Количественные показатели потамофитопланктона вниз по течению реки падали – почти в 3 раза – по численности и в 1.4 раза – по биомассе. Структурные показатели, наоборот, увеличивались вниз по течению – почти в 3 и в 2 раза для индекса Шеннона, рассчитанного по численности и по биомассе, соответственно. В целом, минимальные значения показателей структуры альгоценозов для всех исследованных рек наблюдались в потамофитопланктоне р. Лёнвы, в её вышележащем участке («Лёнва 14»).

Анализ доминантного состава альгоценозов изученных рек позволяет сгруппировать сообщества изученных участков в несколько кластеров. Первую группу составляют участки р. Лёнвы, подверженной засолению на всём её протяжении. Здесь явно выделяется доминант *Fragilaria capucina* с высоким коэффициентом плотности, доходящим на вышележащем участке до 95%. На нижележащем участке данный показатель чуть ниже за счёт вхождения в доминантный комплекс *Ulnaria ulna* (рис. 2).

Вторую группу составляют фоновые участки р. Волима («Волим 1, 2»). Там преобладает *Fragilaria capucina*, но не так явно, как в р. Лёнве. Индекс плотности доминанта здесь доходит лишь до 21%.

Третья группа – это участки р. Волима до и после впадения р. Чёрной. На обоих участках доминируют *Fragilaria capucina* и *Navicula viridula*. Четвёртая группа образована нижележащими солонатоводными участками р. Волима («Волим 6, 7»). На обоих участках к предыдущему доминантному комплексу добавляется также *Diatoma vulgare*. Оставшиеся два участка р. Волима имеют свой собственный доминантный состав. На участке до залива («Волим 8») вместо двушовой диатомеи *Navicula viridula* доминантом становится каналовая *Nitzschia tryblionella*. Таким образом, здесь доминантами являются *Diatoma vulgare*, *Fragilaria capucina* и *Nitzschia tryblionella*. В заливе р. Волима предела индекса плотности в 20% никто не достигал.

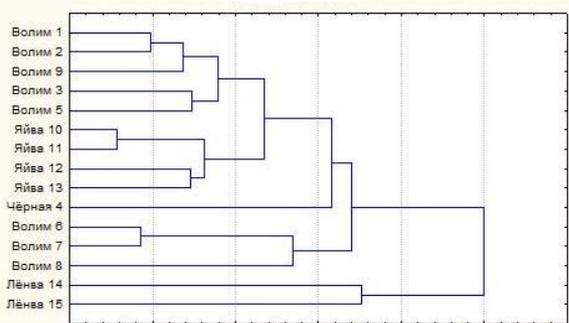


Рис. 2. Дендрограмма сходства альгоценозов отдельных участков изученных рек, основанная на значениях индекса плотности их доминантного комплекса

В потамофитопланктоне р. Яйвы можно выделить пятый кластер особо пресных нижележащих участков («Яйва 10, 11»). На данных участках доминировала *Fragilaria capucina* с индексом плотности, достигающим 41%. На двух последующих участках иной доминантный комплекс. На участке после впадения р. Волима («Яйва 12») в зоне влияния его высокоминерализованных вод и подпора Камского водохранилища преобладали бесшовные диатомеи *Diatoma vulgare*, *Fragilaria capucina*, *F. crotonensis*, *Ulnaria ulna*. На нижележащем участке («Яйва 13»), находящемся уже под меньшим влиянием вод р. Волима, доминировали *Diatoma elongatum*, *Fragilaria capucina* и *F. crotonensis*. Отдельно также выделяется альгоценоз р. Чёрной, на которой доминируют диатомея *Fragilaria capucina* и стрептофитовая водоросль *Klebsormidium subtile* с высоким индексом доминирования – 26 и 37%, соответственно.

Вклад отделов водорослей в общую численность практически не изменялся. Почти на всех участках преобладали диатомовые, их процент в общей численности был не ниже 58% в р. Чёрной и Яйве («Чёрная 4» и «Яйва 11»), а иногда альгоценоз состоял только из диатомей (100%), как например в р. Лёнве («Лёнва 14»). Вклад цианобактерий в общую численность был также заметен, но на некоторых участках. Так, на участке р. Яйвы до впадения р. Волима («Яйва 11»), цианобактерии составили почти 35% общей численности. В р. Чёрной большой вклад вносили стрептофитовые водоросли (37%), а конкретно – *Klebsormidium subtile*. Доля зелёных водорослей была невелика, достигая максимума 24% на нижележащем участке р. Яйвы («Яйва 13»), где сказывается подпор Камского водохранилища. В общей численности альгоценозов вклад прочих отделов был невелик (рис. 3).

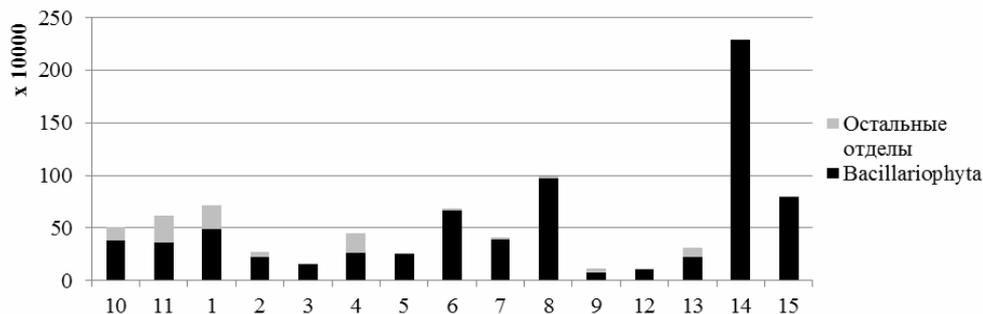


Рис. 3. Вклад разных отделов в общую численность (по оси ординат, кл./л) потамофитопланктона изученных участков рек (по оси абсцисс)

Доля диатомей в общей биомассе не опускалась ниже 70% в потамофитопланктоне р. Чёрной («Чёрная 4») и достигала, также как и по численности, 100% на отдельных участках реки («Лёнва 14»). Клебсормидиум в р. Чёрной вносил существенный вклад и в биомассу, составляя 28% ее.

Другие отделы не играли значительной роли в общей биомассе альгоценозов (рис. 4).

Количественные характеристики потамофитопланктона изученных рек сильно варьируют. Сравнение с литературными данными показывает, что величины численности и биомассы потамофи-

топланктона исследованных водотоков низки относительно таковых малых рек московского региона и рек с высокой минерализацией, но велики относительно этих показателей малых рек Ярославской области [Гончаров, 1994; Фролова, 2004; Буркова, 2011; Горохова, Зинченко, 2014]. Примечательно резкое уменьшение численных характеристик фитопланктона устьевого участка р. Волима («Волим 9»), что нехарактерно для высокоминерализованных рек Приэлььтонья [Горохова, Зинченко, 2014].

Величины индекса Шеннона, рассчитанные по численности и по биомассе альгоценозов изученных нами рек сильно колеблются, но сопоставимы с таковыми по данным литературы как по высокоминерализованным водотокам [Горохова, Зинчен-

ко, 2014] и малым рекам [Фролова, 2004], так и по водным объектам Пермского края [Беляева, Поздеев, 2005; Тарасова, Буркова, 2013; Беляева, 2014]. Максимальные значения данных индексов в р. Яйве и Волиме связаны со сравнительным балансом в структуре потамофитопланктонных сообществ и образованием полидоминантных комплексов [Охапкин, 1997]. В высокоминерализованных р. Лёнве и Чёрной величины индекса Шеннона низки в связи с резким выделением доминантов, индекс плотности которых достигал 95%. Так же, как и в реках Приэлььтонья [Горохова, Зинченко, 2014], монодоминантные сообщества более характерны для рек с повышенной солёностью.

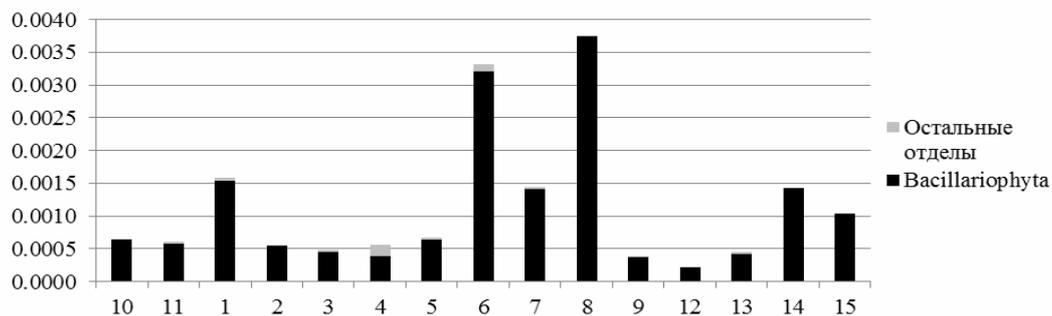


Рис. 4. Вклад разных отделов в общую биомассу (по оси ординат, г/л) потамофитопланктона изученных участков рек (по оси абсцисс)

Заключение

Доминантный комплекс потамофитопланктона изученных нами участков рек слагали, в основном, диатомовые водоросли: *Diatoma elongatum*, *D. vulgare*, *Fragilaria capucina*, *F. crotonensis*, *Navicula viridula*, *Nitzschia tryblionella*, *Ulnaria ulna* и стрептофитовая водоросль *Klebsormidium subtile*. По водорослям, формирующим доминантный комплекс и их индексу плотности, альгоценозы подразделяются на несколько групп: водорослевые сообщества р. Лёнвы («Лёнва 14 и 15»), фоновые среднепресные участки р. Волима («Волим 1 и 2»), участки выше и ниже устья р. Чёрной («Волим 3 и 5»), нижних солоноватоводных участков р. Волима («Волим 6 и 7») и вышележащих особо пресных участков р. Яйвы («Яйва 10 и 11»).

Количественные характеристики потамофитопланктона изученных рек сильно колеблются. Биомасса альгоценозов зависит от минерализации вод на данном участке.

В альгоценозах р. Лёнвы, высокоминерализованной по всей длине, были зафиксированы минимальные значения показателей структуры альгоценозов. В потамофитопланктоне этого водотока, а также р. Чёрной, формируются монодоминантные сообщества, обусловленные высокой минерализацией.

В сообществах водорослей и цианей р. Яйвы и Волима, минерализация вод которых колеблется, напротив, обнаружены максимальные значения данных показателей. Это связано со сравнительным балансом в структуре потамофитопланктонных сообществ, образованием полидоминантных комплексов и высокой выравненностью обилия видов.

При рассмотрении альгоценозов р. Волима был обнаружен эффект запаздывания в реакции сообществ на увеличение степени минерализации.

Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам Пермского отделения «ГосНИОРХ»: м.н.с. В.С. Котельниковой и рыбоводу С.П. Огородову за помощь в сборе материала.

Библиографический список

- Беляева П.Г. Фитоперифитон предгорной реки Сытва (бассейн Камы) // Ботанический журнал, 2014. Т. 89, № 3. С. 435–449.
- Беляева П.Г., Поздеев И.В. Донные сообщества р. Чусовая (бассейн Камы) // Вестник Пермского университета. 2005. Вып. 6. Биология. С. 103–108.
- Буркова Т.Н. Характеристика фитопланктона высокоминерализованной реки Хара // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. 2011. № 25. С. 493–496.

- Гончаров А.В. Фитопланктон малых рек Московского региона: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1994. 18 с.
- Горохова О.Г., Зинченко Т.Д. Фитопланктон высокоминерализованных рек Приэльтона // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2014. Т. 16, № 5–5. С. 1715–1721.
- Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск, 2007. 395 с.
- Комлев А.М., Черных Е.А. Реки Пермской области. Пермь: Кн. изд-во, 1984. 214 с.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек в изменяющихся условиях среды: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2003. 41 с.
- Мартыненко Н.А. Альгофлора рек Пермского края в условиях антропогенного засоления отходами калийного производства // Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2017. Вып. 2. С. 145–158.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. Л., 1984. 32 с.
- Охалкин А.Г. Структура и сукцессия фитопланктона при зарегулировании речного стока (на примере р. Волги и ее притоков): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1997. 50 с.
- Проявление эффекта «второго дна» при вертикальном распределении планктона в области контакта вод малого притока и водохранилища / С.Э. Болотов и др. // Экология малых рек в XXI веке: биоразнообразие, глобальные изменения и восстановление экосистем: тез. докл. Всерос. конф. Тольятти: Кассандра, 2011. С. 25.
- Селиванова Е.А., Немцева Н.В. Экологическо-трофическая характеристика микробиоценоза гипергалинного водоема на примере Соли-Илецкого озера Развал (Оренбургская область) // Проблемы региональной экологии, 2011. № 5. С. 79–86.
- Тарасова Н.Г., Буркова Т.Н. Фитопланктон прибрежных участков камских водохранилищ летом 2009 г // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2013. Т. 15, № 3–7. С. 2258–2262.
- Фролова Г.И. Фитопланктон малых рек Ярославской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2004. 25 с.
- Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Изд-во иностр. литературы, 1963. 832 с.
- Щербина Г.Х. Годовая динамика макрозообентоса открытого мелководья Волжского плеса Рыбинского водохранилища // Зооценозы водоемов бассейна Верхней Волги в условиях антропогенного воздействия. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. С. 108–144.
- Ventosa A., Arahal D.R. Microbial life in the Dead Sea. In: Enigmatic Microorganisms and Life in Extreme Environments. Dordrecht; Boston; London: Kluwer Academic Publishers, 1999. P. 357–368.

References

- Belyaeva P.G. [Phytoperiphyton of the foothill river Sylva (Kama basin)]. *Botaničeskij žurnal*, V. 89, N 3 (2014): pp. 435–449. (In Russ.).
- Belyaeva P.G., Pozdeev I.V. [Benthic communities of Chusovaya River (Kama basin)]. *Vestnik Permskogo universiteta*. Iss. 6. *Biologija* (2005): pp. 103–108. (In Russ.).
- Burkova T.N. [Characteristics of phytoplankton of highly mineralized Chara river]. *Izvestija Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogičeskogo universiteta imeni V. G. Belinskogo*, N 25 (2011): pp. 493–496. (In Russ.).
- Gontcharov A.V. *Fitoplankton malyh rek Moskovskogo regiona*. *Avtoref. diss. kand. biol. nauk* [Phytoplankton of small rivers of the Moscow region. Abstract Cand. Diss.]. Moscow, 1994. 18 p. (In Russ.).
- Gorohova O.G., Zincheko T.D. [Phytoplankton of highly mineralized rivers of the Prielton'e]. *Izvestija Samarskogo naučnogo centra RAN*, V. 16, N 5–5 (2014): pp. 1715–1721. (In Russ.).
- Kitaev S.P. *Osnovy limnologii dlja gidrobiologov i ichtiologov* [Basics of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk, 2007. 395 p. (In Russ.).
- Komlev A.M., Chernykh E.A. *Reki Permskoj oblasti* [Rivers of Perm region]. Perm, 1984. 214 p. (In Russ.).
- Krylov A.V. *Zooplankton ravninnyh malyh rek v izmenjajuščichsja uslovijach sredy*. *Avtoref. diss. dokt. biol. nauk* [Zooplankton of lowland small rivers under varying environmental conditions. Abstract Doct. Diss.]. Moscow, 2003. 41 p. (In Russ.).
- Martynenko N.A. [Algoflora of the rivers of Permskiy krai under anthropogenic salinization of potassium production wastes]. *Vestnik Permskogo universiteta*. Ser. *Biologiya*, Iss. 2 (2017): pp. C. 145–158. (In Russ.).
- Metodičeskie rekomendacii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologičeskich issledovanijach na presnovodnyh vodoemach*. *Fitoplankton i ego produkcija* [Methodical recommendations for the collection and processing of materials in hydrobiological research on freshwater waterbodies. Phytoplankton and its production]. Leningrad, 1984. 32 p. (In Russ.).
- Okhapkin A.G. *Struktura i suksessija fitoplanktona pri zaregulirovanii rečnogo stoka (na primere r. Volgi i ee pritokov)*. *Avtoref. diss. dokt. biol. nauk* [Structure and succession of phytoplankton with over-regulation of the river flow (on an example of Volga River and its tributaries). Abstract Doct. Diss.]. St-Petersburg, 1997. 50 p. (In Russ.).
- Bolotov S.E., Tsvetkov A.I., Romanenko A.V. et al. [The manifestation of the effect of the "second bottom" in the vertical distribution of plankton in the region of contact between the waters of the

- small tributary and the reservoir]. *Ėkologija malych rek v XXI veke: bioraznoobrazie, global'nye izmeneniya i vosstanovlenie ėkososistem* [Ecology of small rivers in the 21st century: biodiversity, global changes and restoration of ecosystems: Abstracts of the All-Russian Conference with International Participation]. Tolyatti, Cassandra Publ., 2011, p. 25. (In Russ.).
- Selivanova E.A., Nemtseva N.V. [Ecologically-trophic characteristic of microbiocenosis of hypersaline pond on an example Sol-Iletsk Lake Razval (Orenburg region)]. *Problemy regional'noj ėkologii*, N 5 (2011): pp. 79-86. (In Russ.).
- Tarasova N.G., Burkova T.N. [Phytoplankton of coastal areas of reservoirs of Kama river in summer 2009]. *Izvetiya Samarskogo naučnogo centra RAN*, V. 15, N 3-7 (2013): pp. 2258-2262. (In Russ.).
- Frolova G.I. *Fitoplankton malych rek Yaroslavskoy oblasti. Avtoref. diss. kand. biol. nauk* [Phytoplankton of small river of Yaroslavl region. Abstract Cand. Diss.]. Moscow, 2004. 25 p. (In Russ.).
- Shannon C. *Raboty po teorii informacii i kibernetike* [Works on the theory of information and cybernetics]. Moscow, 1963. 832 p. (In Russ.).
- Scherbina G.H. [Annual dynamics of macrozoobenthos of the open shallows of the Volga Reach of the Rybinsk Reservoir]. *Zoocenozy vodoemov bassejna Verchnej Volgi v usloviyach antropogenogo vozdejstviya* [Zoocenoses of reservoirs of the Upper Volga basin under anthropogenic impact]. St-Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1993, pp. 108-144. (In Russ.).
- Ventosa A., Arahal D.R. Microbial life in the Dead Sea. In: *Enig-matic Microorganisms and Life in Extreme Enviroments*. Dordrecht/ Boston/ London: Kluwer Academic Publ., 1999, pp. 357-368.

Поступила в редакцию 18.06.2017

Об авторах

Мартыненко Никита Александрович, лаборант Пермское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ»
ORCID: 0000-0002-7286-003X
 614002, Пермь, Чернышевского, 3;
 nikita-martynenko@yandex.ru; (342)2160065
 аспирант биологического факультета
 ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский университет»
 614099, Пермь, ул. Букирева, 15

Поздеев Иван Викторович, кандидат биологических наук, зам. директора по науке Пермское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ»
ORCID: 0000-0002-3229-6972
 614002, Пермь, Чернышевского, 3;
 pozdeev_ivan@mail.ru; (342) 2160065
 доцент кафедры зоологии беспозвоночных и водной экологии
 ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский университет»
 614990, Пермь, ул. Букирева, 15

Бакланов Михаил Алексеевич, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии позвоночных и экологии ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский университет»
ORCID: 0000-0002-2649-5852
 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; mabakl@yandex.ru; (342)2396440

About the authors

Martynenko Nikita A., laboratorian Perm Branch FSBSI «GosNIORH»
ORCID: 0000-0002-7286-003X
 3, Chernyshevsky str., Perm, Russia, 614002;
 nikita-martynenko@yandex.ru; (342)2160065
 graduate student of the biology faculty
 Perm State University.
 15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990

Pozdeev Ivan V., candidate of biology, vice-director for Science
 Perm Branch FSBSI «GosNIORH»
ORCID: 0000-0002-3229-6972
 3, Chernyshevsky str., Perm, Russia, 614002;
 pozdeev_ivan@mail.ru; (342) 2160065
 associate professor of Department of invertebrate zoology and aquatic ecology
 Perm State University.
 15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990

Baklanov Mikhail A., candidate of biology, associate professor, head of Department of vertebrate zoology and ecology
 Perm State University.
ORCID: 0000-0002-2649-5852
 15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990;
 mabakl@yandex.ru; (342)2396440

