



УДК 581.526.325:581.543.3(282.256.628)

**СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА Р. ЧАРЫ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ) И СРЕДА ЕГО  
ОБИТАНИЯ В НАЧАЛЕ ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА (ИЮНЬ)**© В. А. ГАБЫШЕВ<sup>1</sup>, О. И. ГАБЫШЕВА<sup>2</sup>

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН,

<sup>1</sup>лаб. флористики и геоботаники;<sup>2</sup>лаб. экологии почв и аласных экосистем

e-mail: v.a.gabyshev@ibpc.ysn.ru

Габышев В. А., Габышева О. И. – Структура фитопланктона р. Чары (Восточная Сибирь) и среда его обитания в начале летнего периода (июнь) // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. 2012. № 29. С. 144–151. – Получены первые сведения о фитопланктоне и химическом составе воды р. Чары (Восточная Сибирь, бассейн р. Лены). Выявлены особенности формирования фитопланктона на участках реки с различными гидрологическими условиями. Определены основные факторы, лимитирующие развитие фитопланктона. Проведена комплексная оценка качества вод реки.

Ключевые слова: река Чара, фитопланктон, физико-химические параметры воды.

Gabyshev V. A., Gabysheva O. I. – The structure of phytoplankton of Chara River (Eastern Siberia) and its habitat conditions in early summer (June) // *Izv. Penz. gos. pedagog. univ. im. V. G. Belinskogo*. 2012. № 29. P. 144–151. – The first results of the study of phytoplankton and chemical composition of water of Chara River (Eastern Siberia, Lena River basin) was reported. The study revealed spatial structure of the phytoplankton communities of river sections with various hydrologic conditions. Main factors that limit phytoplankton growth were found. Water quality was estimated from phytoplanktonic bioindicators and water chemical characteristics.

Keywords: Chara River, phytoplankton, physico-chemical characteristics.

Река Чара – крупный приток р. Лены второго порядка. Длина реки 851 км, площадь бассейна 87.6 тыс. км<sup>2</sup>. Чара берёт начало из оз. Бол. Леприндо, расположенного на южном склоне хребта Кодар, и впадает в р. Олёкму. Территория бассейна реки характеризуется сплошным распространением вечномёрзлых грунтов, климат резкоконтинентальный. В бассейне Чары находится Кодарский ледниковый район, единственный на юге Восточной Сибири. Питание реки дождевое, снеговое и ледниковое. В бассейне реки ведётся разработка месторождений меди, железной руды, каменного угля, золота.

Река Чара до сих пор остается труднодоступной для исследователей. Сведения о водорослях р. Чары отсутствуют. Данные о гидрохимии скудны и имеют лишь в разрозненном виде. В статье Т. В. Жулдыбиной [5] приведена информация о содержании в р. Чаре главных ионов, уровне минерализации и рН. Исследование основано на материалах гидрометслужбы, по данным из пункта наблюдений, расположенного в пос. Чара (верховье реки). Автор констатирует низкую минерализацию вод реки и ее сезонное понижение в июне, а также увеличение значения рН с повышении-

ем водности реки; выявлена корреляция между стоком реки и колебанием концентрации главных ионов.

**Основные цели этого исследования:** 1) получить первые сведения о видовом составе и количественном развитии фитопланктона р. Чары; 2) выявить особенности пространственной структуры планктонных сообществ водорослей р. Чары в начале летнего периода 3) оценить качество воды на основе биоиндикационных свойств водорослей планктона и гидрохимических параметров.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Сбор полевого материала выполнен в период с 8 по 13 июня 2011 г. на участке реки от пос. Чара до устья (762 км) (рис. 1). На основе особенностей гидрологического режима и гидрографических характеристик, исследованная часть реки условно разделена на три участка.

**Участок А**, начинается от пос. Чара, и простирается до Сулуматского порога. Протяженность участка – 110 км. Чара здесь протекает по Верхнечарской котловине. Долина широкая и низкая, заболоченная. Русло образует меандры. Скорость течения меняется от 1.3 до

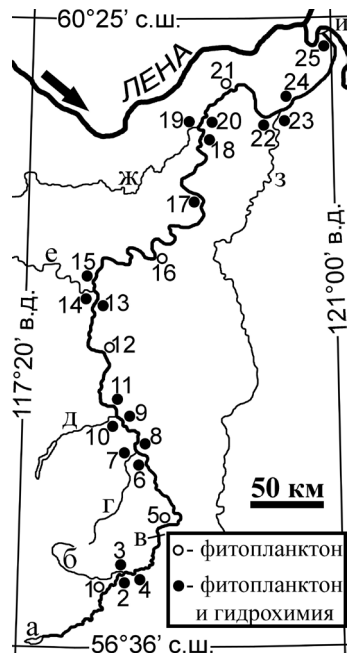


Рис. 1. Пункты отбора проб на р. Чаре (а – оз. Бол. Леприндо; б – р. Апсат; в – Сулуматский порог; г – р. Бол. Тора; д – р. Сень; е – р. Жуя; ж – р. Молбо; з – р. Токко; и – р. Олёкма).

1.5 м/с. Глубина реки небольшая и по фарватеру составляет 1.5–2.5 м. Прозрачность воды 1.1–1.2 м по диску Секки, в устье притока (р. Апсат) – 2.2 м. Берега реки и дно ее русла сложены, главным образом песком и песчано-илистой смесью. Средняя для участка температура воды по данным собственных наблюдений – 5.5°C.

**Участок В** длиной 241 км, от Сулуматского порога до устья левого притока Чары, р. Жуя. В верхней части участка река пересекает хребет Кодар. Долина реки резко сужена, русло представляет собой стремнину с каскадом крупных порогов. Скорость течения местами достигает 5.5 м/с. В районе устья р. Сень долина Чары расширяется, река покидает ущелье и протекает по краю Олёкмо-Чарского плоскогорья. Здесь в русле встречаются шиверы, подводные и надводные камни, скорость течения снижается до 1.9–2.5 м/с. Прозрачность воды меняется от 1.2 до 1.9 м, а в районе устья р. Жуя падает до 0.6 м. Глубина небольшая – до 2 м. Средняя температура воды – 5.8°C. По берегам реки часты наледи.

**Участок С** длиной 411 км – от впадения р. Жуя до устья Чары. На этом участке река огибает Олёкмо-Чарское плоскогорье, а перед впадением в р. Олёкму протекает по Приленскому плато. Долина р. Чары здесь ещё более расширяется. Берега и дно преимущественно песчано-галечные, местами заиленные. Глубина русла меняется от 2.7 до 9.5 м. Скорость течения меньше чем на предыдущем участке – 0.9–2.6 м/с, и снижается по направлению к устью реки. Прозрачность воды остается низкой – 0.5–1.1 м, повышаясь в устьях притоков до 1.7–3.3 м. Температура воды в среднем для участка 10.2°C. В устьях притоков температура воды выше, чем в основном русле – 12.3–13.9°C.

Всего собрано и обработано 20 проб воды для гидрохимического анализа и 50 планктонных альгологических проб. Пробы отбирались в 25 пунктах (рис. 1), в прибрежной зоне, либо по фарватеру из поверхностного горизонта воды (0–0.3 м). Химический анализ проб воды выполнен по общепринятым методикам [9]. При сборе, обработке и анализе материала фитопланктона применены унифицированные методы [3]. Для проведения комплексной оценки качества воды использованы классификации В. Сладечека (V. Sládeček) [12], О. П. Оксийук и др. [7], а также нормативы ПДК рыбохозяйственного назначения [8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Гидрохимия

Вода р. Чары не имеет запаха и вкуса (табл. 1). Отмечено понижение прозрачности в районе устья р. Жуя и ниже по течению Чары вплоть до впадения р. Молбо. Реакция среды близка к слабощелочной. Кислородный режим в пределах нормы. Содержание диоксида углерода невысокое и относительно стабильное на всех участках. По физическим параметрам и компонентам газового режима река характеризуется как «чистая» 2 класса качества.

По компонентному составу главных ионов воды относятся к сульфатному классу (21–40 %-экв), группе кальция (21–34 %-экв), III типа. На долю гидрокарбонатов приходится 12–21 %-экв. от общей суммы катионов и анионов, а на долю магния – 10–19 %-экв., хлоридов – 4–10 %-экв., натрия – 3–7 %-экв., калия – 1–2 %-экв. Процентное соотношение элементов на различных участках реки значительно не меняется. Воды р. Чары пресные, маломинерализованные, очень мягкие (табл.). Превышения предельно-допустимой концентрации по солевому составу не зафиксировано.

Воды р. Чары бедны биогенными и органическими элементами (табл. 1). Отмечен низкий уровень содержания азота нитритного и нитратного, а также кремния. Невысока концентрация фосфорных соединений (фосфатов и фосфора общего) и азота аммонийного. Также невысокими показателями содержания характеризуется комплекс органических веществ – ЛООВ (по БПК<sub>5</sub>), перманганатная окисляемость, фенолы, нефтепродукты и АПАВ. Особенностей в распределении биогенных и органических соединений по продольной оси реки не обнаружено, превышения ПДК нет.

На всём протяжении р. Чары в воде зарегистрировано некоторое превышение ПДК по содержанию железа общего и ТООВ (табл. 1), что указывает на низкий уровень загрязнения воды данными компонентами.

### Фитопланктон

В результате собственных наблюдений, в планктоне р. Чары выявлено 197 видов водорослей (228 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 7 отделов, 12 классов, 17 порядков, 39 семейств, 72 родов.

По видовому богатству преобладают представители отдела Bacillariophyta (56.4 % от общего числа

Таблица 1

**Физико-химические параметры поверхностных вод р. Чары на различных участках (пределы колебаний)**

ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	ПДК <sub>вр</sub>	Участки реки		
		А	В	С
<b>Физические показатели</b>				
Запах, баллы	<b>2</b>	0	0	0
Вкус, баллы	<b>2</b>	0	0	0
Прозрачность, м	-	1.10–2.20	0.60–1.90	0.45–3.25
Водородный показатель, единицы	<b>6.5–8.5</b>	7.32–7.45	6.84–7.75	7.72–8.33
Цветность, градусы	<b>20</b>	19–20	13–19	13–19
Взвешенные вещества, мг/л	-	14.80	14.00–16.40	12.40–16.00
Температура воды, С°	-	4.50–7.20	4.20–8.30	8.00–14.10
<b>Газовый режим</b>				
Растворенный кислород, мг/л	<b>более 6.0</b>	10.73–11.70	10.58–12.34	9.45–11.02
Углекислый газ, мг/л	-	4.40–5.28	3.30–5.28	3.52–6.16
<b>Компонентный состав главных ионов</b>				
Минерализация, мг/л	<b>1000</b>	37.61–51.75	22.31–61.98	50.43–179.31
Общая жесткость, мг-экв/л	<b>7</b>	0.48–0.62	0.28–0.80	0.62–2.24
Кальций, мг/л	<b>180</b>	3.61–8.42	2.81–10.42	8.82–34.07
Магний, мг/л	<b>40</b>	1.94–3.65	0.97–3.40	1.94–7.29
Натрий, мг/л	<b>120</b>	1.90–2.60	1.00–1.90	1.60–5.90
Калий, мг/л	<b>50</b>	0.50–0.60	0.40–0.50	0.30–0.50
Гидрокарбонаты, мг/л	<b>не лимит.</b>	9.76–17.09	2.44–31.97	8.54–82.99
Хлориды, мг/л	<b>100</b>	2.13–4.96	1.77–2.84	2.13–10.99
Сульфаты, мг/л	<b>300</b>	12.01–20.17	9.61–21.61	12.97–42.27
<b>Биогенные и органические вещества</b>				
Азот аммонийный, мг/л	<b>0.39</b>	0.15–0.37	0.17–0.35	0.12–0.38
Азот нитритный, мг/л	<b>0.02</b>	0.003–0.004	0.002–0.007	0.004–0.007
Азот нитратный, мг/л	<b>9.1</b>	0.07–0.12	0.04–0.16	0.03–0.16
Фосфор минеральный, мг/л	<b>0.2</b>	0.010–0.020	0.010–0.080	0.010–0.070
Фосфор общий, мг/л	<b>0.2</b>	0.020–0.070	0.020–0.120	0.020–0.170
Кремний, мг/л	<b>10</b>	1.24–1.44	0.94–1.44	0.84–1.48
ТООВ (по величине ХПК), мг/л	<b>15</b>	<b>15.00–28.00</b>	<b>15.00–27.00</b>	<b>18.00–28.00</b>
ЛООВ (по величине БПК <sub>5</sub> ), мг/л	<b>менее 2.0</b>	0.90–1.28	0.77–1.28	0.80–1.34
Перманганатная окисляемость, мг/л	<b>15</b>	5.25–9.60	5.90–9.10	5.87–9.40
Железо общее, мг/л	<b>0.1</b>	<b>0.27–0.37</b>	<b>0.24–0.87</b>	<b>0.24–0.70</b>
Фенолы, мг/л	<b>0.001</b>	0.0003	0.0003	0.0003
АПАВ, мг/л	<b>0.1</b>	0.01	0.01	0.01–0.02
Нефтепродукты, мг/л	<b>0.05</b>	0.001	0.001	0.001–0.002

Примечание: жирным шрифтом выделены значения превышающие ПДК<sub>вр</sub>

видов). На втором месте по числу видов Chlorophyta (27.9 %). Разнообразно представлены Chrysophyta (5.6 %) и Cyanophyta (4.1 %); видовое разнообразие водорослей отделов Xanthophyta, Dinophyta (по 2.5 %) и Euglenophyta (1.0 %) – меньше.

На уровне классов выделяются Pennatophyceae (53.3 % видового состава), Conjugatophyceae (22.8 %) и Chrysophyceae (5.6 %); на уровне порядков –

Raphales (45.2 %), Desmidiaceae (22.3 %) и Araphales (8.1 %).

Наиболее крупные по числу видов 7 семейств включают 120 видов водорослей (60.9 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам Chlorophyta и Bacillariophyta. Одно- и двувидовых семейств в спектре водорослей планктона р. Чары – 21. т.е. 53.9 % от их общего количества.

Анализ родового спектра водорослей планктона р. Чары указывает на неравномерность распределения видов по родам. Так, 8 ведущих родов, составляющих 11.1 % всего родового состава, охватывают 43.7 % общего числа видов. Одно- и двувидами являются 72.2 % всех родов водорослей планктона реки, причем на их долю приходится 34.0 % видового состава. Пропорции флоры 1:1.8:5.1:5.8. Родовая насыщенность 2.7. Вариабельность вида 1.2.

В фитопланктоне Чары преобладают случайно-планктонные (бентосные) виды (42.5 % видового состава); планктонно-бентосных (24.6 %) и истинно-планктонных форм (15.8 %) – меньше. Отмечено 6 реофильных видов: *Gomphonema angustatum* (Kütz.) Rabenh. var. *productum* Grun., *G. longiceps* Ehr. var. *montanum* (Schum.) Cl., *G. longiceps* var. *montanum* f. *suecicum* Grun., *G. longiceps* var. *subclavatum* Grun., *Hannaea arcus* (Ehr.) Patr., *Meridion circulare* Ag.; и два вида предпочитающих хорошо аэрированные воды – *Hantzschia elongata* (Hantzsch) Grun. и *Nitzschia terrestris* (Petersen) Hust.

Воды р. Чары маломинерализованные, что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (73.2 %). Активная реакция вод близка к слабощелочной, поэтому значительна доля алкалифилов и алкалибионтов (в сумме 25.4 %), а также индифферентов (22.4 %); ацидофилов (15.4 %) – меньше, ацидобионты отсутствуют.

По географической принадлежности основу фитопланктона реки составляют космополиты (59.6 %). Наибольший интерес, в связи с особенностями природных условий региона, представляют альпийские и арктоальпийские организмы, их доля в фитопланктоне реки составляет 9.6 %. Среди них 4 вида, отмеченных в большинстве пунктов наблюдений на реке: *Achnanthes nodosa* A. Cl., *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt, *Hannaea arcus*, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz. Доля бореальных видов (8.3 %) и представителей гларктического географического царства (4.4 %) – меньше. Географическое положение р. Чары объясняет присутствие в планктоне стено-термных холодолюбивых диатомей: *Aulacosira distans* (Ehr.) Simon., *A. distans* var. *alpigena* (Grun.) Simon., *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib., *Eunotia diodon* Ehr., *E. praerupta* Ehr., *E. praerupta* var. *bidens* (W. Sm.) Grun., *Gomphonema ventricosum* Greg., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh.

По отношению к концентрации органических веществ в водной толще, состав водорослей-индикаторов р. Чары на 13.7 % образован  $\beta$ -мезосапробными формами, 22.0 % – олигосапробными, 28.5 % – видов, развивающихся в переходной зоне между  $\beta$ -мезо- и олигосапробной. Меньше водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности ( $\beta$ - $\alpha$ ,  $\alpha$ - $\beta$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha$ - $\rho$ ) – 8.4 % и с очень низкими ( $\chi$ ,  $\chi$ - $\sigma$ ,  $\sigma$ - $\chi$ ,  $\chi$ - $\beta$ ) – 27.4 %.

В большинстве пунктов наблюдений на реке, обнаружены инициальные и вегетативные клетки реликтового вида, представителя диатомей – *Pliocenicus costatus* Flower, Ozornina et Kuzmina.

**Участок А.** В фитопланктоне р. Чары на этом участке выявлен 101 вид (109 внутривидовых таксонов) из семи отделов. По числу видов основу фитопланктона составляют Bacillariophyta (69.3 % общего числа видов), Chlorophyta (13.9 %) и Chrysophyta (7.9 %). Cyanophyta и Dinophyta встречено по три вида, Xanthophyta – два, Euglenophyta – один.

Средний показатель численности фитопланктона на этом участке реки – 7.4 тыс. кл/л, биомассы – 0.0116 мг/л. Основу количественных показателей развития фитопланктона составляют Bacillariophyta (88.4 % общей численности и 90.6 % общей биомассы фитопланктона). Численность Chrysophyta достигает 11.1 %, а биомасса Chlorophyta – 5.4 % от показателей фитопланктона реки в целом, доля представителей других отделов незначительна.

Структурообразующими видами фитопланктона этого участка реки являются два вида диатомей: доминант – *Cymbella silesiaca* Bleisch и субдоминант – *Tabellaria flocculosa*. Это космополит и арктоальпийский вид, представители бентоса и смешанного планктонно-бентосного типа местообитаний.

Индекс биоразнообразия участка А р. Чары варьирует по различным пунктам наблюдений от 4.34 до 4.85. Индекс сапробности составляет в среднем для участка 1.37.

**Участок В.** Видовое обилие планктона на этом участке реки несколько выше, чем на участке А, и составляет 145 видов (158 видов и разновидностей) водорослей, которые относятся к семи отделам. Основой флористического состава фитопланктона, как и на предыдущем участке, являются представители Bacillariophyta (61.4 % от общего числа видов), Chlorophyta (21.4 %) и Chrysophyta (6.2 %). Причем доля Chlorophyta несколько повышается, в сравнении с участком А, а Bacillariophyta и Chrysophyta – снижается. Меньше разнообразно представлены водоросли отделов Cyanophyta (4.7 %), Dinophyta (2.8 %) и Xanthophyta (2.1 %), из Euglenophyta встречено 2 вида. Следует отметить, что в пробах, отобранных в районе устьев притоков этого участка Чары (реках Бол. Тора, Сень и Жуя), количество видов снижено в сравнении с основным руслом реки.

Уровень вегетации фитопланктона на этом участке реки возрастает в сравнении с вышерасположенным участком – 36.7 тыс. кл/л и 0.0579 мг/л. Основу фитопланктона, составляют водоросли отдела Bacillariophyta (99.9 % общей численности и 98.9 % общей биомассы фитопланктона). Доля представителей других отделов водорослей в количественном развитии фитопланктона незначительна.

В число структурообразующих видов фитопланктона этого участка реки входят представители отдела Bacillariophyta. Доминантами являются: *Tabellaria flocculosa* и *Achnanthes nodosa*. Субдоминанты – *Hannaea arcus* и *Cymbella silesiaca*. Это арктоальпийские виды и один космополит, представители бентоса и смешанного планктонно-бентосного типа местообитаний, а также один реофильный вид.

Индекс биоразнообразия меняется по пунктам отбора проб от 2.81 до 5.06. Индекс сапробности – 1.11.

**Участок С.** В фитопланктоне на этом участке реки выявлен 151 вид (172 внутривидовых таксона) из 7 отделов. Основу флоры фитопланктона, составляют представители Bacillariophyta и Chlorophyta. Доля Chlorophyta несколько увеличивается, в сравнении с участками А и В и составляет 24.5 % от общего числа видов фитопланктона, а Bacillariophyta – снижается (60.9 %). Водоросли отдела Cyanophyta, на третьем месте (4.6 %). Доля представителей Chrysophyta ниже, чем на участках А и В, и составляет 4.0 %. Водорослей отделов Dinophyta и Xanthophyta (по 2.6 %) – меньше, из Euglenophyta встречен 1 вид.

На участке С притоки значительно обогащают биоразнообразие фитопланктона р. Чары. Так число видов в пробах, отобранных в районе устьев рр. Молбо и Токко выше, чем в пробах из основного русла р. Чары.

На этом участке реки происходит некоторое снижение показателей количественного развития фитопланктона – 34.9 тыс. кл/л, 0.0526 мг/л. Основу фитопланктона, как и выше по течению реки, составляют Bacillariophyta (99.0 % общей численности и 96.7 % общей биомассы). Доля водорослей других отделов в количественном развитии фитопланктона незначительна.

Состав видов-эдификаторов меняется мало, среди них четыре вида диатомей. В числе доминантов *Hannaea arcus* и *Tabellaria flocculosa*, субдоминанты – *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag. var. *tenue* (Ag.) V. N. и *Achnanthes nodosa*. Это планктонно-бентосные и случайно планктонные водоросли, включая одного реофила, представители арктоальпийской флоры и один космополитный вид.

Индекс биоразнообразия варьирует от 3.65 до 4.98. Индекс сапробности – 1.27.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Воды р. Чары бедны биогенными и органическими элементами. Для реки характерно невысокое содержание главных ионов, это соотносится с уже имеющимися данными [5]. Повышенное содержание железа общего и ТООВ имеет природный характер. Данные компоненты накапливаются в поверхностных водах за счет интенсивных процессов оттаивания и размывания поверхностного слоя грунтов, а также в результате разложения донных осадков. Понижение прозрачности воды в районе устья р. Жуя, очевидно имеет антропогенный характер, и вызвано работой на этом притоке Чары золотодобывающих артелей, которые используют в производственном процессе драги.

Первые данные о фитопланктоне р. Чары свидетельствуют о его относительном видовом разнообразии. Например, в планктоне другой крупной горной реки данного региона, Витиме, выявлено 93 вида и разновидностей водорослей [2]. Основу видовой списка фитопланктона р. Чары на 84.3 % составляют Bacillariophyta и Chlorophyta. Этот же факт был отмечен для р. Витим [2], это характерно и для других рек

Севера [6]. Биоразнообразие Chrysophyta, которые по числу видов занимают третье место в фитопланктоне р. Чары, вероятно обусловлено влиянием флоры водорослей горных озер бассейна реки. В планктоне горных озер Восточной Сибири, в том числе оз. Бол. Леприндо, откуда берет начало р. Чара, выявлено высокое видовое богатство золотистых водорослей [1].

Накопление видов с небольшим числом родов, а также значительное число одно- и двувидовых родов, характерны для флоры водорослей северных водоёмов [4].

Найденный нами реликтовый вид – представитель диатомей *Pliocenicus costatus*, широко распространен в озерах бассейна р. Чары [1], и очевидно оттуда попадает в планктон реки. Оптимум развития представителей рода был в плейстоцене, когда он насчитывал девять видов. Есть сведения о его находках лишь в Северном полушарии. Современные популяции представлены двумя видами, которые отмечены в арктических и горных областях Азии.

Уровень биоразнообразия планктонной флоры р. Чары повышается по направлению к устью реки (рис. 2). Обогащение видовой состава фитопланктона р. Чары на участках В и С происходит за счет заноса водорослей из донных обрастаний под действием турбулентности при высокой скорости течения. Притоки Чары на участке В, это горные потоки, протекающие по склонам хребта Кодар, условия для развития планктонной флоры в этих реках неблагоприятны. Поэтому обогащения видовой состава фитопланктона р. Чары за счет притоков на участке В не происходит. На участке С притоки р. Чары это равнинные реки, они протекают по Приленскому плато и Олёкмо-Чарскому плоскогорью. Условия для развития фитопланктона в притоках Чары на участке С благоприятны, и флора планктона р. Чары в районе устьев рр. Молбо (пункт 19) и Токко (пункт 23) богаче, чем в основном русле (рис. 3).

Доля Bacillariophyta и Chrysophyta в составе флоры планктона уменьшается по направлению к устью Чары, а доля Chlorophyta – увеличивается (рис. 2). Причина повышенного видового обилия Chrysophyta на участке А, очевидно заключена во влиянии на фитопланктон реки водорослевой флоры горных озер, которых в бассейне Чары на участке В, значительно меньше, чем на участке А, а на участке С они отсутствуют. Представители Bacillariophyta (в основном прикрепленные формы), как наиболее экологически пластичная группа водорослей, активно вегетируют в холодных проточных водах. Поэтому их роль в планктоне несколько снижается по направлению к устью Чары, по мере прогрева воды и снижения скорости течения. Представители Chlorophyta лучше развиваются в прогретых водах с низкой скоростью течения, вследствие этого их доля в планктоне возрастает в низовье реки. Кроме того, на участке С долина Чары расширяется, она здесь низкая, разработанная, с пойменными мелкими прогреваемыми водоемами, из которых возможен занос в планктон основного русла реки представителей Chlorophyta.

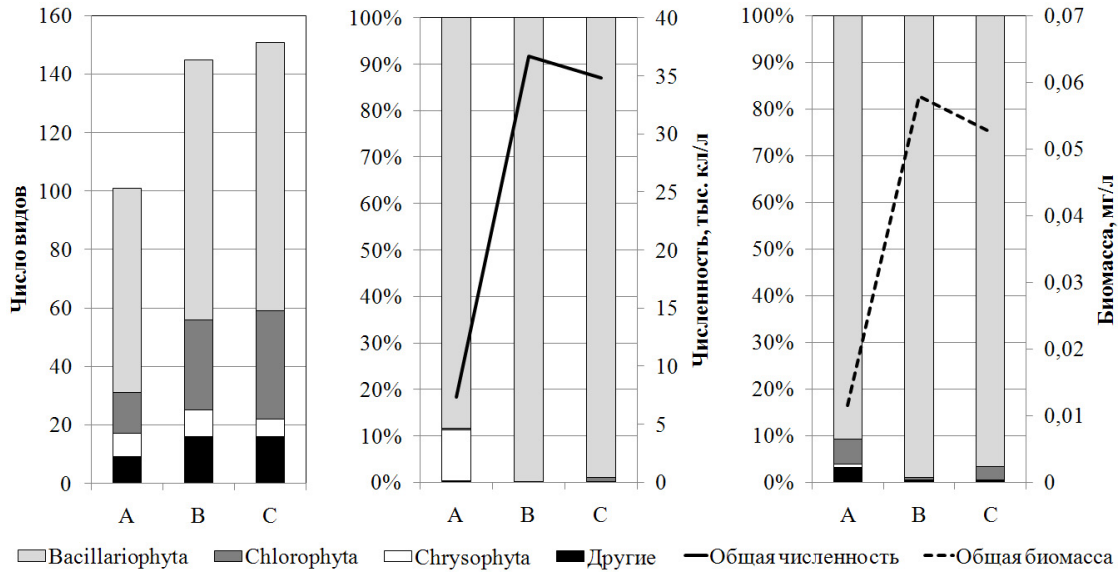


Рис. 2. Доля ведущих отделов водорослей в видовом составе (слева), общей численности (в центре) и биомассе (справа) фитопланктона, а также абсолютные показатели количественного развития фитопланктона на различных участках р. Чары.

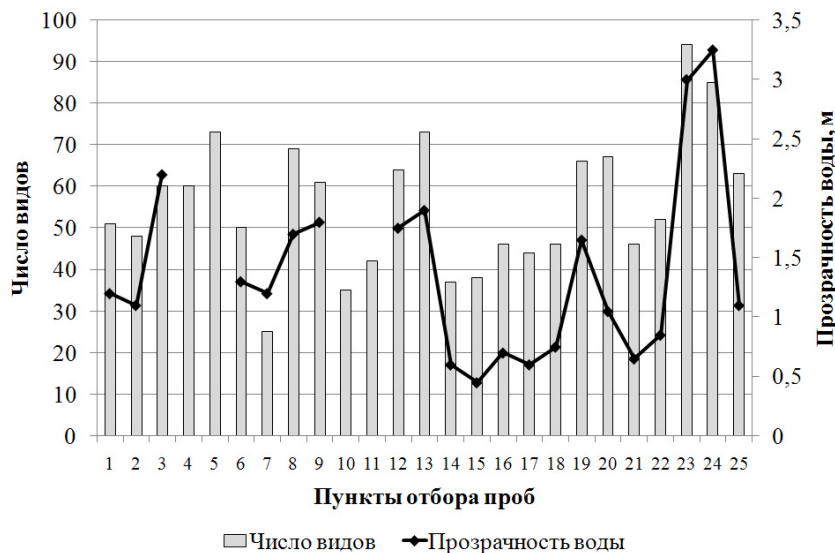


Рис. 3. Соотношение числа видов водорослей в пробах фитопланктона и прозрачности воды р. Чары.

Следует отметить значительное понижение видового обилия фитопланктона, которое происходит в районе устья самого крупного притока Чары – р. Жуя (пункт 14) (рис. 3). Это обусловлено низкой прозрачностью воды в р. Жуя, причина которой носит антропогенный характер. Увеличение видового обилия фитопланктона Чары происходит лишь значительно ниже по течению, после повышения прозрачности реки в районе двух других крупных притоков – рр. Молбо (пункт 19) и Токко (пункт 23) (рис. 3).

Значительная доля в планктоне реки случайно-планктонных бентосных форм, а также наличие аэрофильных и холодолюбивых видов водорослей отражает горный характер р. Чары.

В состав наиболее часто встречающихся на протяжении всей реки представителей фитопланктона, входят следующие виды водорослей: *Cymbella silesiaca*, *Didymosphenia geminata*, *Gomphonema ventricosum*, *Hannaea arcus*, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr., *Tabellaria flocculosa*.

Наивысший уровень количественного развития фитопланктона р. Чары отмечен на участке В, где скорость течения реки наиболее высока (рис. 2). Это обусловлено заносом в планктон водорослей из донных образований. Аналогичный факт отмечен в развитии фитопланктона других рек, на участках с высокой скоростью течения [11]. Максимальное значение биомассы, отмеченное нами в одном из пунктов наблюде-

ний на р. Чаре (0.1860 мг/л), сопоставимо с данными для другой крупной горной реки региона – р. Витим (0.2300 мг/л) [2].

По развитию численности и биомассы основу фитопланктона всех исследованных участков реки составляют Bacillariophyta (рис. 2), что характерно и для других крупных северных рек [2].

Среди факторов, лимитирующих развитие фитопланктона р. Чары, следует указать следующие: 1) высокая скорость течения реки, т.к. по мнению ряда исследователей, течение – основной фактор лимитирующий развитие планктона [10]; 2) низкое содержание в водах реки биогенных элементов; 3) малая степень минерализации вод. Очевидно также, что четвертый сдерживающий фактор имеет антропогенный характер, это резкое снижение прозрачности воды при впадении в Чару р. Жуя.

В составе структурообразующих видов фитопланктона р. Чары представители Bacillariophyta, планктонно-бентосные и бентосные формы. Наличие среди эдификаторов трех арктоальпийских видов и одного реофила характеризует горный характер р. Чары.

Коэффициенты сходства (Жаккара) видового состава фитопланктона исследованных участков реки относительно высоки. Так, для пары участков А-В он составляет 0.67, для пары А-С – 0.60, для пары В-С – 0.68. Это легко объяснить с позиций концепции речного континуума [13], учитывая высокую скорость течения и общую протяженность р. Чары.

Изменения флористического состава фитопланктона, выявленные с помощью кластерного анализа, связаны со сменой гидрологических условий реки, и свидетельствуют о том, что смена популяций фитопланктона от одного участка реки к другому, происходит не сразу, а постепенно (рис. 4). Первый, самый крупный флористический сдвиг, отмечен выше устья р. Бол. Тора (пункт 6), его пространственная локация несколько ниже границы участков А и В, где Чара входит в горное ущелье. Второй значительный сдвиг виден

в пункте 18 (выше устья р. Молбо), он отделяет флору горного участка В от участка С, где река выходит на Приленское плато, и приобретает равнинный характер. Этот флористический сдвиг также пространственно расположен несколько ниже границы участков В и С. Результаты кластерного анализа показывают высокую степень обособленности флор притоков Чары, рек Бол. Тора (пункт 7) и Жуя (пункт 14).

Наибольшее среднее значение индекса биоразнообразия фитопланктона р. Чары отмечено на участке А, и далее понижается по направлению к устью реки.

## ВЫВОДЫ

Результаты анализа пространственной структуры таксономического состава и количественного развития фитопланктона р. Чары свидетельствуют о его неоднородности на различных участках реки. Это обусловлено закономерной сменой по направлению от истока к устью реки гидрологических факторов действующих на фитопланктон и согласуется с положениями концепции речного континуума [13].

По классификации В. Сладечека (V. Sládeček) [12] воды р. Чары относятся к слабозагрязненным. На основе классификации О. П. Оксик и В. Н. Жукинского [7] по уровню биомассы фитопланктона воды реки на всём её протяжении имеют разряд «предельно чистые – очень чистые», по индексу сапробности – «вполне чистые», по комплексу физико-химических показателей – относятся к 2–3 классам чистоты и характеризуются как «чистые – умеренно-загрязненные».

Полученные данные о структуре фитопланктона и физико-химических параметрах вод р. Чары являются фоновыми и послужат основой биомониторинга речной экосистемы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко Н. А. Фитопланктон горных озёр Восточной Сибири // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2006. Т. 8. № 1. С. 176–190.
2. Бондаренко Н. А., Томберг И. В., Логачёва Н. Ф., Тимошкин О. А. Фитопланктон и гидрохимия рек Витим, Мама и Чуя (Забайкалье, бассейн реки Лены) // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биол. Экол. 2010. Т. 3. № 4. С. 70–81.
3. Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. Водоросли: Справочник. Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.
4. Гецен М. В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л., 1985. 165 с.
5. Жулдыбина Т. В. Гидрохимический режим водотоков Читинской области // География и природные ресурсы. 2010. №1. С. 99–102.
6. Комулайнен С. Ф., Чекръжева Т. А., Вислянская И. Г. Альгофлора озёр и рек Карелии. Таксономический состав и экология. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2006. 81 с.
7. Оксик О. П., Жукинский В. Н., Брагинский Л. П. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. ж. 1993. Т. 29. №4. С. 62–76.
8. Перечень ПДК и ОБУВ вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / под ред. М. Л. Кашинцева и др. М., 1995. 141 с.

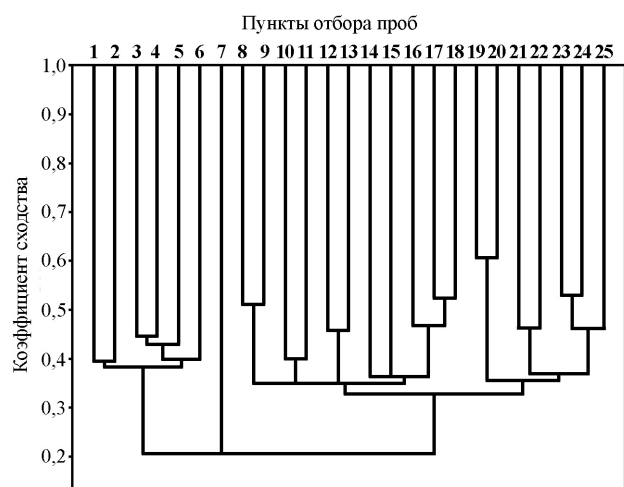


Рис. 4. Дендрограмма иерархического кластерного анализа флоры фитопланктона р. Чары.

9. Семенов А. Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л., 1977. 540 с.
10. Allan J. D., Castillo M. M. Stream ecology: structure and function of running waters. 2nd ed. Dordrecht: Springer, 2007. 436 pp.
11. Gabyshev V. A., Gabysheva O. I. Phytoplankton of the Amga River and chemical composition of the water: Contemporary State // Contemp. Probl. Ecol. 2011. Vol.4. №1. P. 15–20.
12. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. Ergebn. Limnol. 1973. Vol. 7. № 1. P. 1–218.
13. Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W. et al. The river continuum concept // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1980. Vol. 37. №1. P. 130–137.