

ФИТОБЕНТОС

DOI: 10.15372/RMAR20220401

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЙО- И МАКРОФИТОБЕНТОСА
В ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ОЗ. БАЙКАЛ
ПО ДАННЫМ ПРОФИЛИРОВАНИЯ 1963–1986 гг.

Часть 2. Чивыркуйский залив

В.В. Чепинога^{1,2,4}, Е.В. Минчева³, Л.А. Ижболдина²

¹Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, Россия; victor.chepinoga@gmail.com

²Иркутский государственный университет,
664003, Иркутск, ул. Карла Маркса, 1, Россия

³Лимнологический институт СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3, Россия; elenakuznetsova01@gmail.com

⁴Новосибирский государственный университет,
630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

В ходе изучения фитобентоса на оз. Байкал в период с 1968 по 1985 г. Л.А. Ижболдиной был собран материал по структуре и распределению мейо- и макрофитобентоса Чивыркуйского залива, второго по величине на оз. Байкал. В статье приводится описание 18 профилей, из которых 12 (и более трех четвертей донных проб с залива) были заложены в течение июля 1985 г. Для каждого профиля составлены схемы с указанием доминантных и содоминантных видов, преобладающих типов грунта, биомасса сообществ (г/м²) и число отмеченных в них видов по станциям (местам отбора проб). Благодаря преобладанию не-больших глубин и механически нестабильных песчаных, илисто-песчаных и илистых грунтов, структура донной растительности на большой площади достаточно монотонна, а растительные пояса, характерные для литорали Байкала, не выражены. Наблюдается определенный градиент в смене фитобентоса вдоль центральной части акватории залива от его вершины к устью. Определенной спецификой обладают бухты вдоль западного берега залива. В тех или иных участках залива принимают активное участие в формировании донных сообществ и местами достигают заметной биомассы такие таксоны, как *Chaetomorpha curta* (Chlorophyta), *Cladophora aegagropila*, *C. meyeri*, *C. meyeri* var. *gracilior* (Chlorophyta), *Collema ramenskii* (Ascomycota), *Gloeothrichia pisum* (Cyanophyta), *Nostoc pruniforme* (Cyanophyta). Примечательна высокая встречаемость в заливе таких видов водорослей, как *G. pisum* и *C. aegagropila*, отсутствующих в литорали открытого Байкала. Харовые водоросли (Charophyta) часто формируют сообщества на глубине 5–8 м. Из сосудистых растений (Magnoliophyta) наиболее активны *Lemna trisulca* и *Potamogeton perfoliatus*. Заносный североамериканский вид *Elodea canadensis* и представители рода зигнемовых водорослей *Spirogyra*, расселившиеся по озеру и получившие катастрофические вспышки развития в последующие годы, в 1985 г. были представлены единичными и малочисленными находками.

Ключевые слова: фитобентос, литоральная зона, бентосное профилирование, озеро Байкал, Чивыркуйский залив, Восточная Сибирь.

Для цитирования: Чепинога В.В., Минчева Е.В., Ижболдина Л.А. 2022. Распределение мейо- и макрофитобентоса в литоральной зоне отдельных участков оз. Байкал по данным профилирования 1963–1986 гг. Часть 2. Чивыркуйский залив. *Раст. мир Азиатской России*. 15(4):257–271. DOI 10.15372/RMAR20220401

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа продолжает серию статей по результатам фитобентосного профилирования на оз. Байкал, проведенного в 1960–1980-е гг. Ранее были описаны общие закономерности в распределении и сезонной динамике донной растительности (Ижболдина и др., 2017а), опубликовано распределение мейо- и макрофитобентоса в литоральной зоне открытых побережий по периметру

озера (Ижболдина и др., 2017а,б) и мелководного залива Посольский сор на восточном берегу Байкала (Чепинога и др., 2019). Настоящая статья посвящена изучению мейо- и макрофитобентоса Чивыркуйского залива, второго по величине на озере после Баргузинского залива.

Материалами к описанию донной растительности послужили результаты планомерного и систематического изучения фитобентоса оз. Байкал,

проведенного Л.А. Ижболдиной во время ее работы в Биолого-географическом НИИ (позже – НИИ биологии) Иркутского государственного университета. Обобщенные результаты исследований опубликованы в ряде работ, в том числе в двух монографиях (Ижболдина, 1990, 2007). Необходимость публикации первичных данных стала очевидной в последние годы, когда были отмечены значительные изменения в экосистеме озера (Кравцова и др., 2012; Timoshkin et al., 2015, 2016; Khanaev et al., 2018; Volkova et al., 2018; Bondarenko et al., 2019; Bukin et al., 2020; и др.), давшие основание говорить о начавшемся на Байкале экологическом кризисе (Грачев, 2016; Timoshkin et al., 2016, 2018; Potemkina et al., 2018; и др.). Собранные Л.А. Ижболдиной данные позволяют представить структуру донной растительности в докризисный период, не только до катастрофических всплесков развития зигнемовой водоросли спирогиры (*Spirogyra* spp.), но и до активного расселения занесенной в Байкал элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.).

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ

Чивыркуйский залив расположен у восточно-го берега озера на границе между северной и центральной котловиной, составляет около 28 км в длину и 13 км в ширину и занимает площадь порядка 270 км² (Кожов, 1947). Залив зажат между отрогами Баргузинского хребта с востока и водораздельного хребта п-ова Святой Нос с запада. С юга Чивыркуйский залив ограничивается широким и низким перешейком (Мягкая Карга), представляющим собой аккумулятивную форму рельефа, перейму, образовавшуюся 9–11 тыс. лет назад (Рогозин, 1993). Прежде Святой Нос являлся островом, пока на протяжении более 30 тыс. лет (Дмитриев, 1968) Чивыркуйско-Баргузинский пролив заполнялся аллювием, приносимым реками, впадающими в этом районе в Байкал, в первую очередь наиболее крупными – Малый Чивыркуй и Баргузин. По этой причине Мягкая Карга сложена песчаными грунтами, а слабо покатое песчаное дно Чивыркуйского залива постепенно снижается в северном направлении, по мере удаления от перешейка.

Три четверти Чивыркуйского залива находится в литоральной зоне, где глубины не превышают 15 м. Именно к этим глубинам приурочены три флористически наиболее богатых пояса донной растительности, выделенных К.И. Мейером на других участках Байкала (Мейер, 1930; Ижболдина, 2007). В зону сублиторали (20–70 м) и супраабиссали (более 70 м) Чивыркуйский залив заходит лишь на севере, в районе устья (Кожов, 1962). Пре-

обладающие в Чивыркуйском заливе пески в северной части сменяются сначала илистыми песками, а затем серым илом у выхода из залива на глубинах более 20–30 м (Кожов, 1947). Черный или коричневатый ил, богатый детритом, покрывает дно залива в районе его вершины (вдоль Мягкой Карги) и в бухтах. Каменистые грунты развиты очень слабо.

Байкал – ультраолиготрофное озеро с минерализацией 94–96 мг/л (Вотинцев, 1961) и среднемесячными июльскими температурами воды в прибрежных районах до 14–16 °С (Форш, 1957). Значительная площадь и небольшие глубины Чивыркуйского залива способствуют прогреванию верхнего слоя воды к середине лета до 20 °С и более, при том, что в открытом Байкале (район Ушканьих островов) температура воды в это же время составляет порядка 6 °С (Кожов, 1947). Тем не менее гидрохимическая характеристика вод Чивыркуйского залива, как и большинства крупных притоков и заливов, в среднем близка к озерным водам (Домышева, Ходжер, 2012), лишь в вершине залива, а также во внутренних частях глубоких бухт по химическому режиму воды близки к прибрежно-соровым участкам с увеличенной трофностью (Кожов, 1947).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования донной растительности Чивыркуйского залива (рис. 1) начаты в сентябре 1968 г., когда был заложен короткий (две станции) профиль в глубине бухты Фертик (профиль 1). В июле 1974 г. от мыса Фертик поперек северной части Чивыркуйского залива был заложен профиль 3, условно продолжающий профиль шестилетней давности. В сентябре 1974 г. был также заложен короткий профиль к западу от о. Бакланий (профиль 6) и отобраны пробы на трех станциях вдоль Чивыркуйского залива (профиль 4). По прошествии трех лет, в сентябре 1977 г., было заложено еще два коротких профиля в северном направлении: от о. Голый (профиль 2) и от бухты Сорожьей в сторону о. Бакланий (профиль 5). Основные же исследования были реализованы в июле 1985 г. и были инициированы активным распространением по акватории оз. Байкал элодеи канадской (*Elodea canadensis*), североамериканского водного растения, занесенного в озеро в начале 1980-х гг. (Гагарин, 1995; Чепинога, 2015). Профили 7, 8, 10 были заложены в устье Чивыркуйского залива, профили 11, 16, 17 – поперек залива, и один длинный профиль 18 – вдоль всего залива от его вершины до устья. Кроме того, ряд профилей был заложен в бухтах по западному берегу Чивыркуйского залива: Фертик (профиль 9), Змеиная и Крестовая

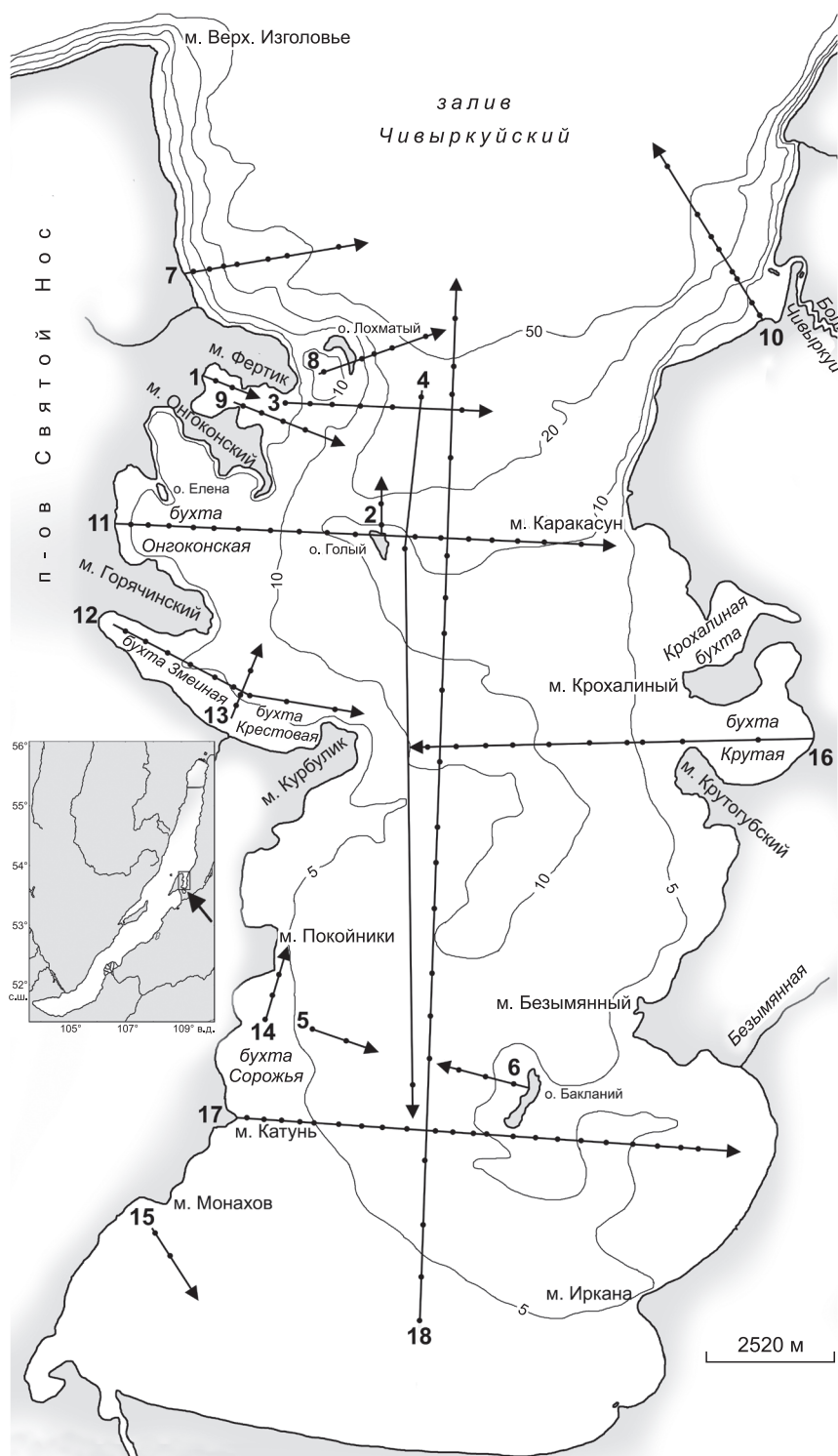


Рис. 1. Схема расположения донных профилей (1–18) в Чивыркуйском заливе на восточном берегу оз. Байкал. Профили обозначены линиями со стрелками, точками на линиях отмечены станции (места отбора донных проб).

Fig. 1. Scheme of location of bottom profiles (1–18) in the Chivyrkuyskiy Gulf on the eastern shore of the Lake Baikal. The profiles marked by lines with arrows; the dots on the lines mark the stations (sampling sites).

(профили 12, 13), Сорожья (профиль 14) и близ мыса Монахов (профиль 15). Таким образом, 12 из 18 профилей, на которые приходится более трех четвертей донных проб, были заложены в течение одного месяца, что дало возможность представить распределение фитобентоса Чивыркуйского залива в период максимума вегетационного периода 1985 г.

Количественный учет фитобентоса проводили методом пробных площадок (Барашков, 1965; Богоров, 1965). Поскольку в Чивыркуйском заливе преобладают мягкие грунты, пробы отбирались с помощью дночерпателя Петерсена (площадь захвата 0.025 м²). В большинстве случаев в одну пробу попадала одна повторность, но в некоторых случаях объединяли две (0.05 м²) или три (0.075 м²) повторности. С каменистого грунта пробы отбирались сразу с пробных площадок площадью 0.05 м².

Для визуализации пространственной смены фитобентосных сообществ для каждого профиля Л.А. Ижболдиной были составлены схемы с указанием доминантных и субдоминантных видов (Константинов, 1986) и преобладающих типов грунта. Для разных станций (мест отбора проб) указана общая биомасса сообщества (г/м²) и число отмеченных в нем видов. На схемах отдельных профилей (рис. 2–6) станции обозначены арабскими цифрами (от начала профиля к его окончанию), на общей схеме Чивыркуйского залива (см. рис. 1) – точками. Направление профилей на общей схеме обозначено стрелками.

Названия водорослей приводятся согласно сводке Л.А. Ижболдиной (2007), лишайников – Г.П. Урбанавичуса (2010), высших растений – М.Г. Азовского и В.В. Чепиноги (2007).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ситуацию со структурой фитобентоса в районе устья Чивыркуйского залива характеризуют профили 7, 8 и 10, заложенные в июле 1985 г.

Профиль 7 (рис. 2) начинается в 200 м от северо-восточного побережья п-ова Святой Нос протягивается в восточном направлении более чем на 2.5 км и заканчивается на глубине порядка 80 м. Из грунтов на профиле преобладает заиленный песок и лишь на последней станции (2856 м от берега) – ил. Песчаный грунт с илом и значительные глубины не способствуют развитию бентосных сообществ с большой фитомассой. На ближайшем к берегу участке на глубине 5 м отмечены разреженные (0.07 г/м²) особи *Lemna trisulca*, затем основную длину профиля занимают сообщества, отсутствующие далее в заливе *Chaetomorpha bicalensis* и *Cladophora meyeri*, с биомассой до

6.1 г/м². На дистальном конце профиля в 2 км от берега на глубине до 45 м отмечены малочисленные (1.3 г/м²) скопления *Fontinalis antipyretica* с *C. meyeri* и *Gloethrichia pisum*. На последней станции на глубине 80 м с заметной массой отмечен только вид *G. pisum*.

В районе устья, близ западного берега располагается также профиль 8 (см. рис. 2). Первая станция расположена между мысом Фертик и о. Лохматый. Остальные четыре – от о. Лохматый на северо-восток. Профиль достаточно быстро набирает глубину и заканчивается в 3.8 км от мыса Фертик на глубине 54 м. Преобладающий донный грунт – заиленный песок. На пологих участках к западу от острова и дистальном конце профиля – ил. На профиле развиты очень разреженные сообщества биомассой до 2.6 г/м² с преобладанием *Cladophora meyeri* и *Chaetomorpha curta*. При этом первый постепенно, по мере набора глубины, уступает первенство второму. Начиная с глубины 25 м отмечены только маломощные (до 1.2 г/м²) сообщества с преобладанием *Ch. curta*.

Профиль 10 (см. рис. 2) заложен с восточной стороны Чивыркуйского залива и начинается примерно в 1 км южнее устья р. Бол. Чивыркуй. Профиль имеет протяженность порядка 2.5 км, берет начало почти от уреза воды, где отмечены отдельные растения *Ceratophyllum demersum*, и заканчивается на больших глубинах – 72 м. Преобладающий грунт – заиленный песок, переходящий в ил. Биомасса донных сообществ на профиле 10 еще ниже чем на профиле 7, в основном это единичные скопления *Cladophora meyeri* общей массой менее 0.01 г/м². На глубине 20 м (1260 м от берега) отмечен также *Gloethrichia pisum*; здесь фитомасса максимальна для профиля – 1.7 г/м². Последний километр профиля (глубины 40 м и более) оказался свободен от какой-либо донной растительности.

Профили 1 и 9 характеризуют донную растительность мелководной бухты Фертик, глубина которой не достигает и 5 м, а дно выстлано песчано-илистыми и детритными илистыми грунтами.

Профиль 1 (рис. 3), наиболее старый (1968 г.) из имеющихся в нашем распоряжении, заложен в глубине бухты, начинается в 80 м и заканчивается в 250 м от ее вершины. На профиле пробы отображены только на двух станциях. На первой отмечены сообщества с доминированием цветкового *Lemna trisulca* с общей биомассой 52.5 г/м². На второй станции ряска дополняется крупными колониями *Nostoc pruniforme*. Биомасса этих сообществ достигала 224.8 г/м².

Профиль 9 (см. рис. 2) характеризует фитобентос второй половины бухты Фертик вплоть до ее устья. Профиль протянулся на 1.6 км вдоль

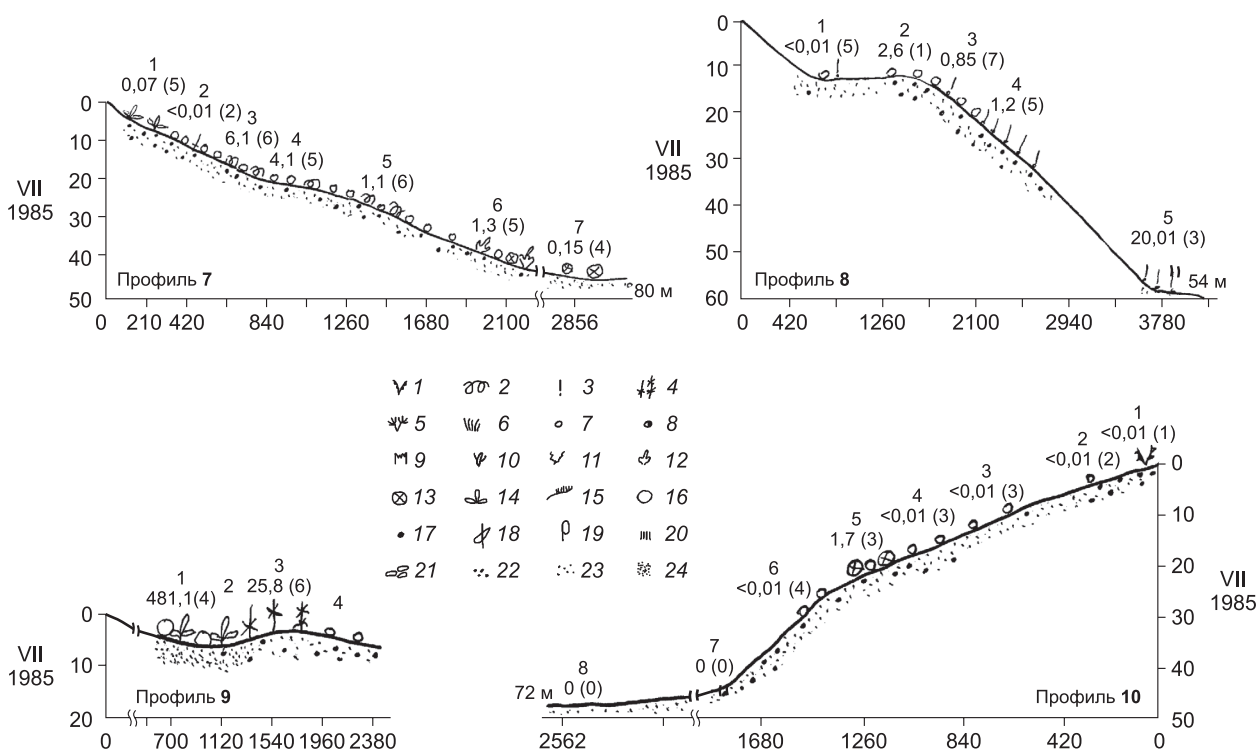


Рис. 2. Распределение фитобентоса на профилях: 7 – устье Чивыркуйского залива от п-ова Св. Нос к востоку; 8 – от мыса Фертик к северо-востоку; 9 – из бухты Фертик на юго-восток; 10 – устье Чивыркуйского залива от устья р. Бол. Чивыркуй к западу.

1 – *Ceratophyllum demersum*, 2 – *Chaetomorpha baicalensis*, 3 – *Chaetomorpha curta*, 4 – *Chara* sp., *Nitella* sp., 5 – *Cladophora aegagropila*, 6 – *Cladophora floccosa*, 7 – *Cladophora meyeri*, 8 – *Cladophora meyeri* var. *gracilior*, 9 – *Collema ramenskii*, 10 – *Draparnaldioides pumila*, 11 – *Draparnaldioides villosa*, 12 – *Fontinalis antipyretica*, 13 – *Gloeothrichia pisum*, 14 – *Lemna trisulca*, 15 – *Myriophyllum spicatum*, 16 – *Nostoc pruniforme*, 17 – *Nostoc verrucosum*, 18 – *Potamogeton perfoliatus*, 19 – *Potamogeton pusillus* s.l., 20 – *Ulothrix zonata*; 21 – камни; 22 – песок; 23 – ил; 24 – черный (детритный) ил.

По оси X указано расстояние от берега (м), по оси Y – глубина (м). Вдоль оси шкалы глубин указан год и месяц отбора пробы, над станциями (местами отбора проб) приведены номера станций, биомасса сообщества (г/м²) и количество встреченных видов (в скобках).

Fig. 2. Distribution of phytobenthos on profiles: 7 – mouth of Chivyrkuyskiy Gulf from Syatoy Nos Peninsula to the east; 8 – from Cape Fertik to the northeast; 9 – from Fertik Bay to the southeast; 10 – mouth of Chivyrkuyskiy Gulf from Bolshoy Chivyrkuy River mouth to the west.

1 – *Ceratophyllum demersum*, 2 – *Chaetomorpha baicalensis*, 3 – *Chaetomorpha curta*, 4 – *Chara* sp., *Nitella* sp., 5 – *Cladophora aegagropila*, 6 – *Cladophora floccosa*, 7 – *Cladophora meyeri*, 8 – *Cladophora meyeri* var. *gracilior*, 9 – *Collema ramenskii*, 10 – *Draparnaldioides pumila*, 11 – *Draparnaldioides villosa*, 12 – *Fontinalis antipyretica*, 13 – *Gloeothrichia pisum*, 14 – *Lemna trisulca*, 15 – *Myriophyllum spicatum*, 16 – *Nostoc pruniforme*, 17 – *Nostoc verrucosum*, 18 – *Potamogeton perfoliatus*, 19 – *Potamogeton pusillus* s.l., 20 – *Ulothrix zonata*; 21 – stones; 22 – sand; 23 – slit; 24 – detritus silt.

X-axis marks the distance from the coast (m); Y-axis marks the depth (m). The year and month of sampling are indicated along depth scale. Above stations indicated the site number, generalized biomass of the community (g/m²) and number of taxa (in brackets).

южного берега бухты, поэтому расстояние станций от берега рассчитано от мыса, наиболее близкого к началу профиля. Несмотря на то что профиль 9 был заложен 17 годами позже профиля 1, в глубине бухты в 1985 г. были также отмечены сообщества с преобладанием *Lemna trisulca* и *Nostoc pruniforme*. За счет большой массы последнего фитомасса сообществ достигала 481.1 г/м². Третья и четвертая станции профиля 9 расположены перед

и за устьем бухты Фертик соответственно. Перед устьем бухты зафиксированы сообщества с преобладанием харовых водорослей (25.8 г/м²). За устьем – разреженные скопления *Cladophora meyeri* (данные по биомассе утрачены).

Близ устья бухты Фертик начинается профиль 3 (см. рис. 3), пересекающий более половины Чивыркуйского залива в районе устья. Этот пологий профиль протянулся почти на 3 км, располага-

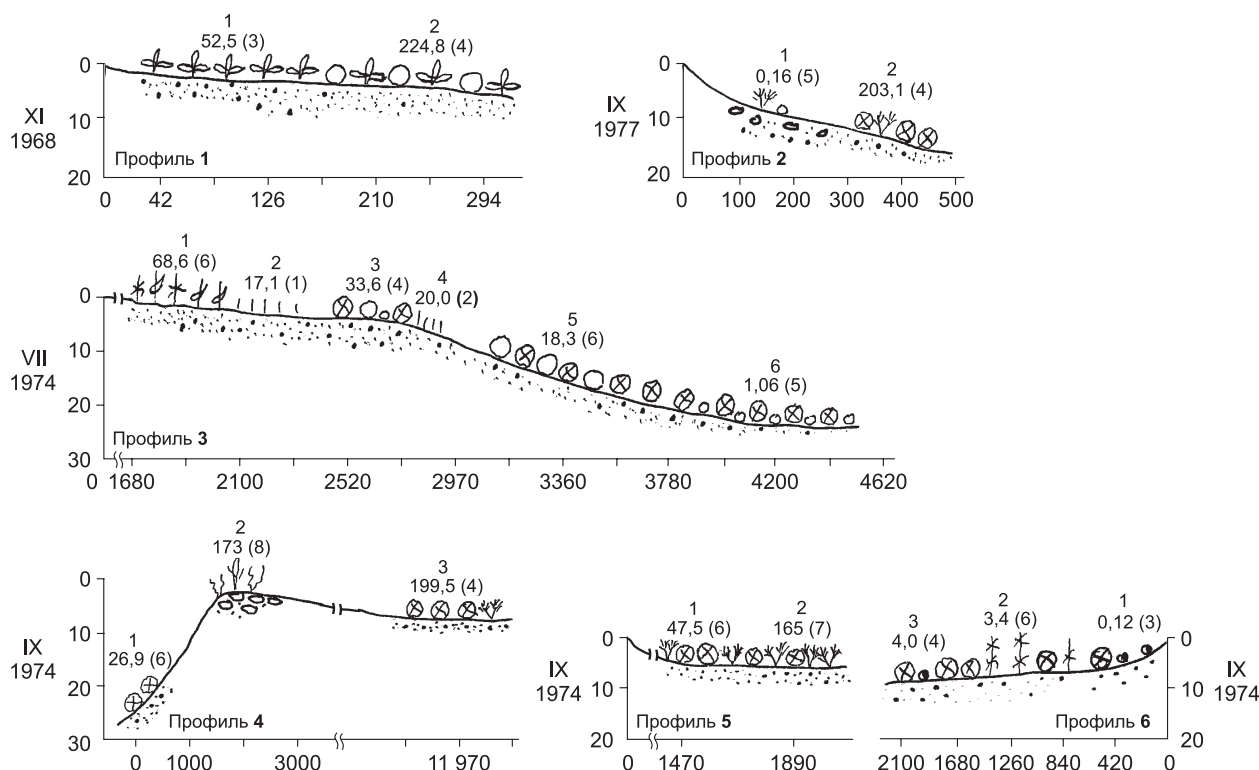


Рис. 3. Распределение фитобентоса на профилях: 1 – из вершины бухты Фертик к устью; 2 – от о. Голый (Мал. Калтыгей) к северу; 3 – из устья бухты Фертик на восток; 4 – вдоль Чивыркуйского залива с севера на юг; 5 – от бухты Сорозьей к востоку; 6 – от о. Бакланий к западу. Обозначения см. рис. 2.

Fig. 3. Distribution of phytobenthos on profiles: 1 – from top of Fertik Bay to its mouth; 2 – from Goliiy (Maliy Kaltygey) Island to the north; 3 – from mouth of Fertik Bay to the east; 4 – along Chivyrkuyskiy Gulf from north to south; 5 – from Sorozhya Bay to the east; 6 – from Baklaniy Island to the west. For notes see Fig. 2.

ясь на глубине от 4 до 29 м. Преобладают илистые, местами песчано-илистые грунты. Первая половина профиля очень пологая и едва достигает глубины 10 м. Вторая половина – это глубины 10–30 м, характерные для центральной части залива. В районе устья бухты Фертик (станция 1) отмечены разреженные сообщества харовых водорослей и *Potamogeton perfoliatus* общей биомассой 68.6 г/м². Остальную часть пологой половины профиля занимают сообщества *Ulothrix zonata* (станции 2, 4) с фитомассой до 20 г/м², перемежаясь с разреженными скоплениями *Nostoc pruniforme*, *Gloethrichia pisum* и *Cladophora meyeri* с общей биомассой до 33.6 г/м². Последние три вида преобладают и на второй половине профиля на глубинах 15–30 м. При этом, если *G. pisum* стабильно входит в число доминантов, то *Nostoc* сменяется на *C. meyeri* по мере набора глубины.

Очень короткий (в две станции) профиль 2 (см. рис. 3) заложен близ о. Голый, который расположен в середине северной части Чивыркуйского залива. Первая станция находится в 100 м от острова на глубине 7 м. Здесь представлены ред-

кие для Чивыркуя каменистые грунты, на которых обнаружено 5 таксонов (0.16 г/м²), из которых можно отметить *Cladophora aegagropila* и *C. meyeri*. Первый вид сохраняется и на второй станции (глубина 15 м, 400 м от берега), дополняясь *Gloethrichia pisum*. Однако биомасса более глубоких сообществ весьма внушительна и достигает 203.1 г/м².

Профиль 11 (рис. 4), протянувшийся от бухты Онгоконской до мыса Каракасун, представляет собой девятикилометровый, почти полный поперечный срез Чивыркуйского залива в северной его части. Глубины вдоль профиля колеблются между 5 и 15 м. Преобладают песчано-илистые грунты, но в широкой части Онгоконской бухты – черные детритные илы. Пробы на профиле отобраны на 17 станциях. В глубине бухты, в 300 м от берега (станция 1) отмечены разреженные скопления харовых водорослей с *Lemna trisulca* и *Nostoc pruniforme* общей биомассой 10.9 г/м². Далее по профилю также единично фиксировался *L. trisulca* (станции 9 и 17), но в целом преобладают сообщества *Cladophora* spp. Наиболее часто отмечается *C. meyeri*. И если в восточной половине профиля

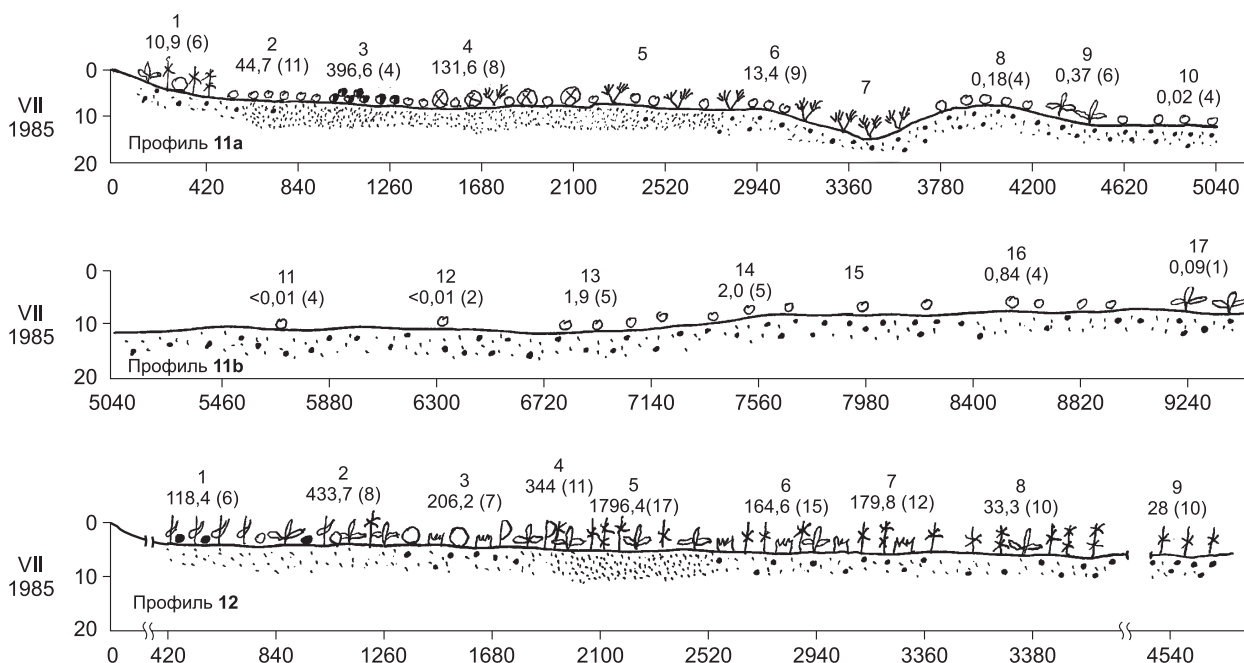


Рис. 4. Распределение фитобентоса на профилях: 11a – из бухты Онкогонская на восток до мыса Каракасун (начало); 11b – из бухты Онкогонская на восток до мыса Каракасун (окончание); 12 – из вершины бухты Змеиная на мыс Курбулик. Обозначения см. рис. 2.

Fig. 4. Distribution of phytobenthos on profiles: 11a – from Onkogonskaya bay to the east till Cape Karakasun (first half); 11b – from Onkogonskaya bay to the east till Cape Karakasun (second half); 12 – from the top of Zmeinaya Bay to Cape Kurbulik. For notes see Fig. 2.

(к востоку от о. Голый) это единственный заслуживающий упоминания вид (в сообществах до 5 таксонов общей биомассой не более 2,0 г/м²), то в западной он сочетается с другими видами, и на илистых грунтах сообщества достигают достаточно большой фитомассы. Так, в 800 м от берега (станция 2) доминирует *C. meyeri* (11 таксонов, 44,7 г/м²), в 1050 м (станция 3) – *C. meyeri* var. *gracilior* (4 таксона, 396,6 г/м²), в 1600 м (станция 4) содоминантами являются *C. aegagropila*, *C. meyeri* и *Gloethrichia pisum* (8 таксонов, 131 г/м²). Далее биомасса донной растительности резко падает, и вплоть до о. Голый отмечаются в большей или меньшей степени разреженные скопления *C. aegagropila* и *C. meyeri*.

Профили 12 и 13 характеризуют донную растительность бухт Змеиная и Крестовая в средней части западного побережья Чивыркуйского залива.

Профиль 12 (см. рис. 4) протянулся на 4 км бухты Змеиная на юго-восток к мысу Курбулик. Глубины колеблются в пределах 3–7 м. Грунты песчано-илистые и илистые (станция 5 – детритный ил). На протяжении бухты Змеиной преобладают смешанные сообщества, сложенные как покрытосеменными растениями (*Lemna trisulca*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. pusillus* s.l.), так и различными

группами харовых, зеленых (*Cladophora meyeri*, *C. meyeri* var. *gracilior*; Chlorophyta) водорослей и цианобактерий (*Nostoc pruniiforme*, *N. verrucosum*; Cyanobacteria). Общая биомасса сообществ достигает 1796,4 г/м² (станция 5). На нескольких станциях с песчано-илистым грунтом заметную роль играет водный лишайник *Collema ramenskii* (станции 3, 6, 7). Последние три станции профиля расположены в пределах акватории бухты Крестовой. Здесь в сообществах с общей биомассой до 179,8 г/м² преобладают харовые водоросли.

Короткий профиль 13 (рис. 5) проложен поперек профиля 12 в районе стыковки бухт Змеиная и Крестовая. Протяженность профиля около 1 км. Грунты – песчано-илистые. Ближе к берегу (станция 1) формируются многовидовые сообщества (17 таксонов, 301 г/м²), в которых преобладают харовые водоросли с примесью *Myriophyllum spicatum* и *Collema ramenskii*. Дальше (станции 2 и 3) в разреженных сообществах (3,5–16,2 г/м²) доминирует *Lemna trisulca*. На станции 2 (840 м от берега, глубина 5 м) кроме ряски в числе содоминантов выступают *Cladophora meyeri* и *Nostoc verrucosum*.

Профиль 16 (см. рис. 5) пересекает Чивыркуйский залив от бухты Крутой на запад в направлении мыса Курбулик и заканчивается примерно в

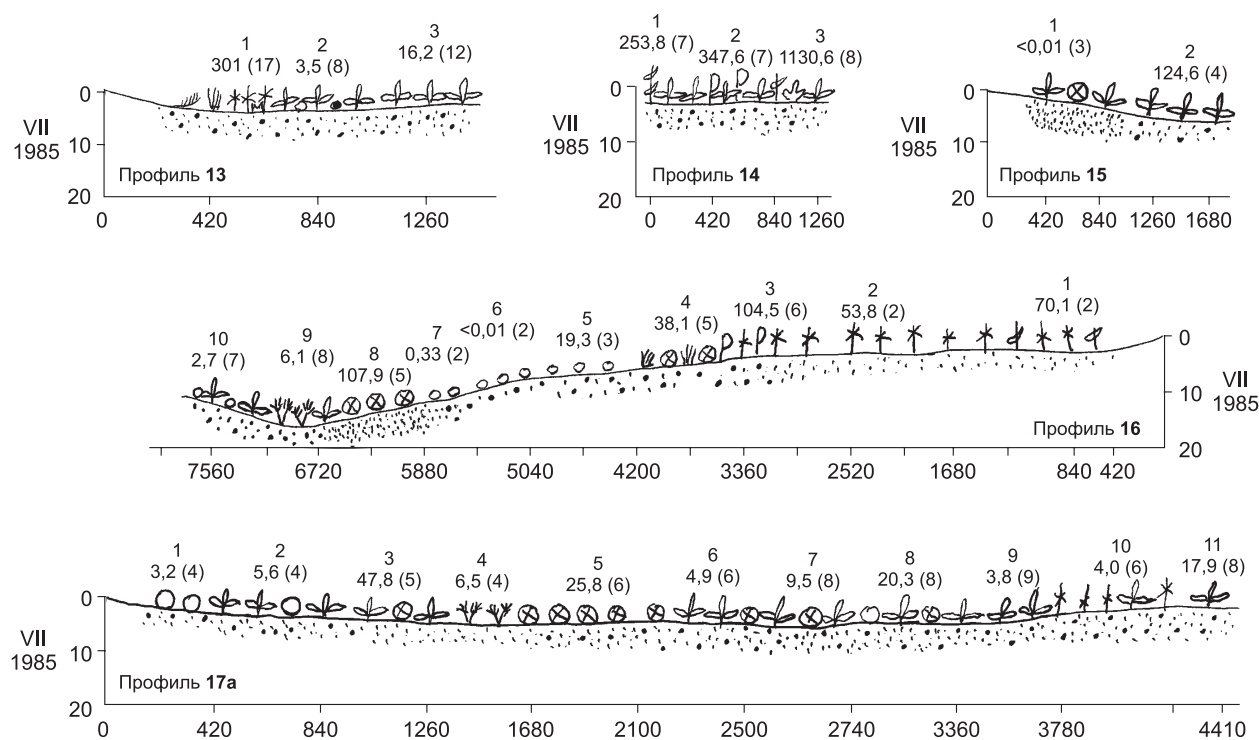


Рис. 5. Распределение фитобентоса на профилях: 13 – между бухтами Змеиная и Крестовая на северо-восток; 14 – от бухты Сорождей на север к мысу Покойники; 15 – от мыса Монахов на юго-восток; 16 – из вершины бухты Крутая на запад к центру Чивыркуйского залива; 17а – от мыса Катунь к восточному берегу Чивыркуйского залива (начало). Обозначения см. рис. 2.

Fig. 5. Distribution of phytobenthos on profiles: 13 – between Zmeinaya and Krestovaya bays to the northeast; 14 – from Sorozhy Bay northwards to Cape Pokoyniki; 15 – from Cape Monakhov to the southeast; 16 – from the top of Krutaya Bay westwards to the center of Chivyrkuyskiy Gulf; 17a – from Cape Katun to the eastern shore of Chivyrkuyskiy Gulf (first half). For notes see Fig. 2.

1 км от последнего. Общая протяженность профиля около 7 км. Первая треть профиля в районе бухты Крутой (станции 1–3) располагается на глубине 2–5 м и выстлана илистыми грунтами. Здесь доминируют харовые водоросли с примесью рдестов (общая биомасса до 104,5 г/м²). В 3800 м от берега на глубине около 5 м (станция 4) отмечены сообщества *Ulothrix zonata* и *Gloeothrichia pisum*. Далее на участке пологого снижения с 5 до 10 м по песчано-илистым грунтам обнаружены лишь разреженные маловидовые сообщества с преобладанием *Cladophora meyeri* (станции 5–7, биомасса до 19,3 г/м²). В 6300 м от восточного берега залива, уже в центральной его части, открыты сообщества с доминированием *G. pisum* (станция 8, 107,9 г/м²). Заканчивается профиль (станции 9, 10) в центральной, наиболее глубокой (17 м) части Чивыркуйского залива, где отмечены разреженные сообщества *Lemna trisulca*, *C. aegagropila* и *C. meyeri* с общей биомассой до 6 г/м².

Короткий профиль 14 (см. рис. 5) расположен в южной части Чивыркуйского залива и проходит вдоль западного берега от бухты Сорождей на

север к мысу Покойники. На всем его протяжении (менее 900 м) глубины стабильные – 4 м, грунты – песчано-илистые. Донные сообщества хорошо сформированы (общая биомасса достигает 1130,6 г/м²), насчитывают до 8 таксонов, среди которых преобладают сосудистые растения (*Potamogeton perfoliatus*, *P. pusillus* s.l., *Lemna trisulca*), отмечен водный мох *Fontinalis antipyretica*.

Короткие профили 5 и 6 расположены в южной части Чивыркуйского залива и характеризуют донную растительность между западным побережьем залива и о. Бакланий.

Профиль 5 (см. рис. 3) начинается в 1,5 км от западного берега залива, представлен двумя станциями, расположенными на глубине порядка 5 м. Грунты илистые. Сообщества сравнительно маловидовые (до 7 таксонов) с преобладанием *Cladophora aegagropila* и *Gloeothrichia pisum*. Общая биомасса до 165 г/м².

Профиль 6 (см. рис. 3) расположен к западу от о. Бакланий и имеет протяженность около 1,8 км. Грунты илистые, сообщества очень разреженные, маловидовые. Более или менее стабильно отмеча-

ются *Cladophora meyeri* var. *gracilior* и *Gloeothrichia pisum*. В центральной части профиля (станция 2) зарегистрированы харовые водоросли. Общая биомасса сообществ не превышает 4.0 г/м².

Профиль 17 (см. рис. 5, 6) почти полностью пересекает Чивыркуйский залив в южной части, недалеко от его вершины. На протяжении около 9 км профиля от м. Катунь на восток заложено 22 станции. Грунты почти повсеместно песчано-илистые, дно ровное, глубина колеблется в пределах 2–7 м. На профиле преобладает *Lemna trisulca*, комбинируемая в западной половине профиля с видами рода *Cladophora* (*C. aegagriopila*, *C. meyeri*) и *Gloeothrichia pisum*. Однако биомасса сообществ в этой части профиля небольшая и редко превышает 20 г/м². Близ м. Катунь (300–600 м от берега; станции 1, 2) заметное участие имеет *Nostoc pruniforme*. На станции 5 (1.9 км от м. Катунь) отмечено сообщество с преобладанием *G. pisum*. В средней части профиля (близ о. Бакланий) обнаружены смешанные сообщества с активным участием харовых водорослей и наибольшей для профиля биомассой в 143.7 г/м². К востоку от о. Бакланий на профиле (станции 16–21) преобладают разреженные сообщества *L. trisulca*, местами с участием *Fontinalis antipyretica*, *G. pisum* и харовых водорослей. Количество таксонов на площадку достигает 11, но максимальная биомасса составляет лишь 34.5 г/м². Заканчивается профиль (станция 22) сообществом с преобладанием харовых водорослей (общая биомасса 54.0 г/м²).

Короткий профиль 15 (см. рис. 5) расположен у западного берега Чивыркуйского залива, к югу от м. Монахов. На профиле заложено лишь две станции: в 600 и 1300 м от берега на глубине 3 м. Грунты илистые (черный ил) и песчано-илистые. На станции 1 единично отмечено три таксона. На станции 2 доминирует *Lemna trisulca*, формирующая сообщества биомассой 124.6 г/м².

Профили 4 и 18 расположены вдоль Чивыркуйского залива.

Профиль 4 (см. рис. 3), заложенный в 1974 г., представляет собой предварительную рекогносцировку, где на протяжении почти 12 км с севера на юг заложено лишь три станции. Первая – близ устья Чивыркуйского залива к востоку от о. Лохматый на глубине 25 м по песчано-илистому грунту. Здесь преобладает *Gloeothrichia pisum*, общая биомасса сообщества составляет 26.9 г/м². Вторая станция находится в 2 км южнее, к востоку от о. Голый. Здесь на глубине 4 м на каменистом грунте обнаружено хорошо сформированное (173 г/м²) редкое для залива сообщество с доминированием *Draparnaldioides pumila* и *D. villosa*. Третья станция расположена в южной части залива, к западу

от о. Бакланий. На глубине 10 м по песчано-илистому грунту обнаружено сообщество с биомассой 199.5 г/м², в котором преобладают *G. pisum* и *Cladophora aegagriopila*.

Профиль 18 (рис. 6) наиболее протяженный – 19 км. Он начинается от вершины Чивыркуйского залива (в 2.5 км от берега) и заканчивается на севере, уже в устье залива на глубине 50 м. Грунты преимущественно илисто-песчаные, местами илистые (детритный ил на станциях 5 и 9). Глубина первой (южной) половины профиля варьирует от 3 до 10 м. Первые 4 км (станции 1–4), что к югу от о. Бакланий, заняты преимущественно сообществами харовых водорослей с примесью *Gloeothrichia pisum*, *Lemna trisulca* и *Fontinalis antipyretica*. Общая биомасса сообществ составляет 33–70 г/м². Следующий фрагмент профиля (станции 5–10) заканчивается на широте м. Курбулик. Здесь на протяжении 5 км на глубине 10–12 м активным ценообразователем выступает *Cladophora aegagriopila*. Сообщества маловидовые, разреженные, с биомассой до 12.9 г/м². По илам (станция 7) доминантом выступает также *G. pisum*. Биомасса достигает 77.8 г/м². Третий участок профиля (станции 11–13) почти свободен от растительности (биомасса до 2.5 г/м²). Основной состав видов стандартный: *L. trisulca*, *C. aegagriopila*, *C. meyeri*. Окончание профиля (четвертый участок) находится несколько к югу от о. Голый и представляет собой постепенный выход в открытый Байкал, где на протяжении 5 км глубина постепенно снижается с 7 до 50 м. Грунты песчано-илистые. Сообщества очень разреженные, маловидовые. Единично отмечаются *C. meyeri*, *G. pisum* и *Chaetomorpha curta*. Наибольшая биомасса на этом участке отмечена на самой мелководной 14 станции – 1.6 г/м².

Значительный объем данных и временная привязка большей их части к июлю 1985 г. позволяют составить цельную картину структуры фитобентоса Чивыркуйского залива на этот год в период максимального ее развития.

В целом по заливу структура донной растительности достаточно монотонна вследствие однородности донных грунтов с преобладанием механически нестабильных, песчаных, илисто-песчаных и илистых вариантов. Преобладание нестабильных грунтов является причиной почти полной невыраженности поясов донной растительности (Мейер, 1930). Так, I пояс (глубины 0–(0.5)1.5 м), для которого характерно массовое развитие *Ulothrix zonata*, фрагментарно отмечен лишь в устье бухты Фертик (профиль 3); массовое развитие *Tetraspora cylindrica* var. *bullosa* и *Didymosphenia geminata*, характерное для II пояса (глубины 1.5–(2)2.5 м), не отмечено вовсе; сообщества видов

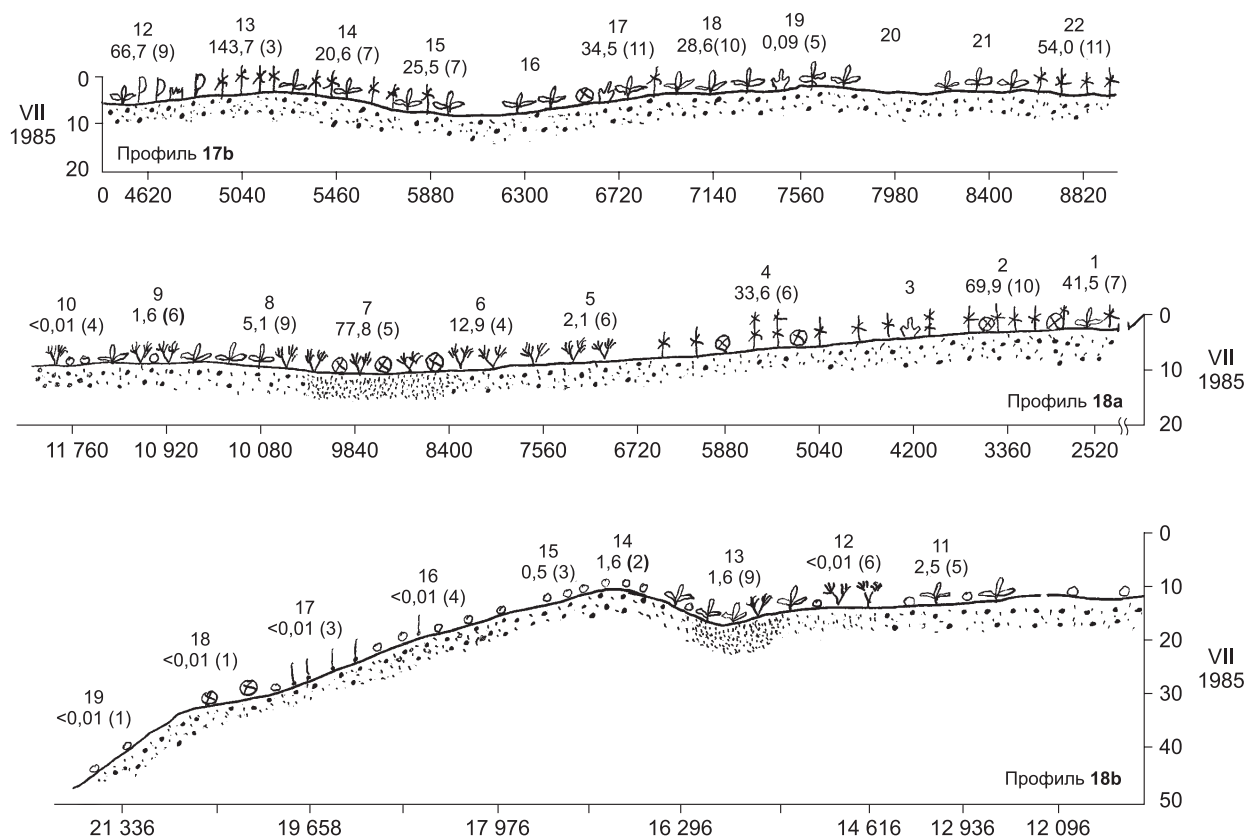


Рис. 6. Распределение фитобентоса на профилях: **17b** – от мыса Катунь к восточному берегу Чивыркуйского залива (окончание); **18a** – вдоль Чивыркуйского залива с юга на север (начало); **18b** – вдоль Чивыркуйского залива с юга на север (окончание). Обозначения см. рис. 2.

Fig. 6. Distribution of phytobenthos on profiles: **17a** – from Cape Katun to the eastern shore of Chivyrkuyskiy Gulf (second half); **18a** – along Chivyrkuyskiy Gulf from south to north (first half); **18b** – along Chivyrkuyskiy Gulf from south to north (second half). For notes see Fig. 2.

Draparnaldioides, индицирующих III пояс (глубины 2,5–10(15) м), зафиксированы лишь однажды на каменистом участке близ о. Голый (профиль 4). Глубинные пояса IV (глубины 11(16)–(25)35 м) и V (глубины 20(35)–(60)78 м) проявляются в районе устья Чивыркуйского залива и маркируются активным участием *Cladophora meyeri* var. *meyeri* (профили 3, 7, 8, 10, 18), а на наиболее глубоких участках – *Chaetomorpha curta* (профили 8, 18). Нужно отметить, что первый вид достигает заметного обилия и на других участках Чивыркуйского залива на меньших глубинах (см. напр., профили 11, 16).

Среди сосудистых растений наибольшим постоянством и обилием в Чивыркуйском заливе выделяются *Lemna trisulca* и *Potamogeton perfoliatus*, предпочитающие защищенные от волнения места, что отмечалось также В.Н. Паутовой (1974). Примечательна высокая встречаемость таких видов водорослей, как *Gloeothrichia pismus* (Cyanophyta) и *Cladophora aegagropila* (Chlorophyta), отсутствующих в литорали открытого Байкала.

Вдоль центральной части акватории залива от его вершины к устью наблюдается градиент в смене фитобентоса. В заливе южнее о. Бакланый (профили 15, 17, 18) на глубине 5–8 м наиболее активными являются харовые водоросли и *Lemna trisulca*. По мере приближения к устью, в центральной части залива (профили 5, 6, 11, 14, 16, 18) на глубине 5–15 м при сохранении активного участия сосудистого *Lemna trisulca* в число содоминантов входят виды рода *Cladophora* (*C. aegagropila*, *C. meyeri*) и местами синезеленая водоросль *Gloeothrichia pismus*. К северу от о. Голый, где по мере приближения к устью залива начинается постепенное увеличение глубин, от 15 м в районе о. Голый до 50 м на широте о. Лохматый (дистанция 3.5 км), в число активных ценозообразователей входит *Chaetomorpha curta*. По западному берегу (профиль 7), уже за пределами Чивыркуйского залива, отмечены разреженные сообщества с участием *Ch. baicalensis*.

Фитобентос бухт восточного берега Чивыркуйского залива характеризуется сниженным раз-

нообразием. Для них типично активное участие сосудистых растений рода *Potamogeton* (*P. perfoliatus*, *P. pusillus* s.l.), как в бухте Крутой (профиль 16), либо харовых водорослей и *Lemna trisulca*, как в бухте в истоках р. Безымянная. Участок побережья в районе устья р. Бол. Чивыркуй (профиль 10), немного севернее устья Чивыркуйского залива, беден донной растительностью – биомасса ценозов *Cladophora meyeri* и *Gloeothrichia pisum* здесь не достигает и 2 г/м².

Сообщества фитобентоса бухт западного побережья Чивыркуйского залива (берег п-ова Святой Нос) более разнообразны в отношении видов-ценозообразователей. Здесь чаще встречаются смешанные сообщества, имеющие более двух содоминантов. Именно к бухтам западного берега приурочены ценозы с высокой биомассой за счет присутствия крупных колоний синезеленого *Nostoc pruniforme* (профили 1, 9, 11, 12, 17). В бухтах Змеиная и Крестовая (профили 12, 13) отмечены редкие для залива сообщества с участием *N. verrucosum* и водного лишайника *Collema ramenskii*.

Поскольку каменистые субстраты в Чивыркуйском заливе редки, крайне редкими оказались и сообщества представителей рода *Draparnaldioides* (*D. pumila*, *D. villosa*), поселяющихся на камнях и отмеченных лишь однажды близ о. Голый (профиль 4).

Интересно отметить максимальную биомассу растений на илах и особенно на черном (детритном) иле. Так, в бухте Онгоконской вес эндемичного *Cladophora meyeri* var. *gracilior* достигал в пробах 396 г/м², в то время как обычно на Байкале он редко превышает 1 г/м². На илах обильно развит *Gloeothrichia pisum*, достигающий 182 г/м². Достаточно часты харовые (Charophyta) водоросли, достигавшие максимальной биомассы 1049 г/м² на небольшом участке черного ила в бухте Змеиной.

Максимальная биомасса лишайника *Collema ramenskii* зафиксирована также в бухте Змеиной – 47.7 г/м².

Инвазивный вид *Elodea canadensis* в Чивыркуйском заливе в 1985 г. был обнаружен только в бухте Змеиной в незначительном количестве на профиле 12 (станция 7, на схеме не показано). В то же время в Посольском соре (южная котловина Байкала) в 1984 г. были найдены достаточно большие сообщества этого агрессивного растения (Чепинога и др., 2019). Ясно, что расселение элодеи в Чивыркуйском заливе было лишь вопросом времени. Донное профилирование, выполненное Б.Б. Базаровой и Н.М. Прониным в 2004 и 2011 гг. (Базарова, Пронин, 2007; Базарова, 2021), показало широкое распространение элодеи по периферии Чивыркуйского залива по мелководьям и бухтам вдоль западного и восточного берегов, а также в открытой части залива близ его вершины.

Массовые вспышки развития водорослей рода *Spirogyra* (Chlorophyta) явились причиной значительных изменений в экосистеме Байкала в последнее десятилетие (Timoshkin et al., 2015, 2016; и др.). Общее разнообразие *Spirogyra* в Байкале составляет 15 таксонов (Volkova et al., 2018), но в массовых пробах фитобентоса образцы удавалось определять лишь до уровня рода. В результатах профилирования 1968–1985 гг. в Чивыркуйском заливе *Spirogyra* не была отмечена среди доминантов, поэтому информации по ее распространению и продуктивности немного. В районе вершины Чивыркуйского залива (протока Исток, соединяющая залив с оз. Арангатуй) в небольшом количестве *Spirogyra* была обнаружена еще в начале XX в. (Вережгагин, 1918). В материалах 1985 г. нити *Spirogyra* отмечены на глубинах 1.5–25 м на песке и заиленном песке в районе устья залива – в бухте Сокожьей (профиль 7), между м. Фертик и о. Лохма-

Данные о регистрации *Spirogyra* sp. на бентосных профилях в Чивыркуйском заливе (оз. Байкал)

Registration of *Spirogyra* sp. on benthic profiles in Chivyrkuyskiy Gulf (Lake Baikal)

Профиль и станция	Дата отбора проб	Глубина, м	Грунт	Биомасса, г/м ²
Профиль 7 (рис. 2)	21.07.1985			
станция 4		22	Заиленный песок	<0.01
станция 5		25	Слабозаиленный песок	<0.01
Профиль 10 (рис. 2)	21.07.1985			
станция 1		1.5	Песок	<0.01
станция 2		4	Заиленный песок	<0.01
станция 3		14	Песок	<0.01
станция 4		17	Песок	<0.01
станция 6		24	Заиленный песок	<0.01
Профиль 8 (рис. 2)	21.07.1985			
станция 1		14	Слабозаиленный песок	<0.01

тый (профиль 8) и в районе устья р. Бол. Чивыркуй (профиль 10) (см. таблицу). Исследования 2012 и 2016 гг. также не выявили вспышек развития *Spirogyra* в Чивыркуйском заливе (Volkova et al., 2018; Kravtsova et al., 2020), хотя в соседнем Баргузинском заливе зафиксированы скопления этой водоросли большой биомассы (Kobanova et al., 2016; Изболдина и др., 2017б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фитобентосное профилирование Чивыркуйского залива, реализованное в 1968–1985 гг., позволило сформировать представление о структуре и разнообразии донной растительности залива в докризисный период (см. Введение). Несмотря на преобладание малых глубин и нестабильных песчаных, песчано-илистых и илистых донных грунтов (что ограничивает развитие растений, предпочитающих плотные грунты), выявлено высокое разнообразие фитобентоса. Растительные пояса в распределении донной растительности, описанные на других участках Байкала, не выражены. В то же время, изрезанная береговая линия Чивыркуйского залива и наличие глубоких бухт способствуют развитию локальных гидрохимических, температурных градиентов и развитию своеобразных бентосных сообществ ограниченного распространения. Инвазия *Elodea canadensis*, произошедшая в период профилирования, привела к изменению структуры и разнообразия фитобентоса залива в последующие годы. Представители рода *Spirogyra* spp. вплоть до окончания профилирования в 1985 г. не играли заметной роли в сложении донной растительности Чивыркуйского залива. Данные, собранные Л.А. Изболдиной, являются уникальным референтным материалом для оценки масштабов происходящих в настоящее время изменений в составе и структуре донной растительности второго по величине залива озера Байкал.

Благодарности. Работа выполнена в рамках действующих государственных заданий ЦСБС СО РАН по теме АААА-А21-121011290026-9 и ЛИН СО РАН по теме 0279-2021-0010.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Азовский М.Г., Чепинога В.В. 2007. Высшие водные растения озера Байкал. Иркутск. 157 с. [Azovsky M.G., Chepinoga V.V. 2007. Aquatic higher plants of Baikal Lake. Irkutsk. 157 p. (in Russian)]
- Базарова Б.Б. 2021. Растительность Чивыркуйского залива озера Байкал: особенности структуры и распределения. *Вестн. Бурят. гос. ун-та. Биология, география*, 4:3-15 [Bazarova B.B. 2021. Vegetation of the Chivyrkuyskiy Bay of Lake Baikal: features of structure and distribution. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, geografiya* = *Bulletin of Buryat State University. Biology, Geography*. 4:3-15. (in Russian)]
- Базарова Б.Б., Пронин Н.М. 2007. Пространственное распределение *Elodea canadensis* Michx. (Hydrocharitaceae) в Чивыркуйском заливе оз. Байкал. *Биология внутренних вод*. 2:50-54 [Bazarova B.B., Pronin N.M. 2007. Spatial distribution of *Elodea canadensis* Michx. (Hydrocharitaceae) in Chivyrkuyskiy Bay, Lake Baikal. *Biologiya Vnutrennikh Vod* = *Inland Water Biology*. 2:50-54. (in Russian)]
- Барашков Г.К. 1965. О методике количественного учета литоральных водорослей. В: Распределение и состав промысловых водорослей Баренцева моря. М., Л. С. 8-12. [Barashkov G.K. 1965. On the method of quantitative accounting of littoral algae. In: Distribution and composition of commercial algae in Barents Sea. Moscow. St. Petersburg. 8-12. (in Russian)]
- Богоров В.Г. 1965. Количественная оценка животного и растительного населения океана. *Докл. АН СССР*. 162(5):1181-1183. [Bogorov V.G. 1965. Quantitative assessment of the oceanic animal and plant populations. *Doklady Akademii Nauk* = *Doklady of the Academy of Sciences of the USSR. Earth Science sections*. 162(5):1181-1183. (in Russian)]
- Верещагин Г.Ю. 1918. Отчет о работах, произведенных на Байкале во время командировки от Императорской Академии наук летом 1916 года. В: Труды Комиссии по изучению озера Байкал. Петроград. 1(1):1-53. [Vereshchagin G.Yu. 1918. Report on investigation carried out on Lake Baikal during a business trip by the Imperial Academy of Sciences in Summer of 1916. In: Proceedings of the Commission for the study of Lake Baikal. Petrograd. 1(1):1-53. (in Russian)]
- Вотинцев К.К. 1961. Гидрохимия озера Байкал. В: Труды Байкальской лимнологической станции АН СССР. 20. 311 с. [Votintsev K.K. 1961. Hydrochemistry of Lake Baikal. In: Proceedings of the Baikal Limnological Station of the Academy of Sciences of the USSR. 20. 311 p. (in Russian)]
- Гагарин П.К. 1995. Элодея канадская на Байкале. *География и природ. ресурсы*. 2:66-73. [Gagarin P.K. 1995. *Elodea canadensis* in Lake Baikal. *Geografiya i prirodnye resursy* = *Geography and Natural Resources*. 2:66-73. (in Russian)]
- Грачев М.А. 2016. "Авоська и авось". Экологический кризис на Байкале: загадка века. *Наука из первых рук*. 68(2):6-19. [Grachev M.A. 2016. Maybe-Bag and let it be. The ecological crisis on Baikal; a mystery of the century]. *Nauka is pervykh ruk* = *Science First Hand*. 68(2):6-19. (in Russian)]
- Дмитриев Г.А. 1968. История осадконакопления на перешейке полуострова Святой Нос (Байкал). В: Мезозойские и кайнозойские озера Сибири. М. С. 89-97 [Dmitriev G.A. 1968. History and sedimen-

- tation on the isthmus of the Svyatoy Nos Peninsula (Baikal). In: Juse A.P., Florensov N.A. (Eds.). *Mesozoic and Cenozoic lakes in Siberia*. Moscow. 89-97. (in Russian)]
- Домышева В.М., Ходжер Т.В. 2012.** Гидрохимия Байкала. Химический баланс озера. В: Байкаловедение. Под ред. О.Т. Русинек и др. Новосибирск. 2:206-224. [Domysheva V.M., Khodzher T.V. 2012. Hydrochemistry of Baikal. Chemical balance of the lake. In: Rusinek O.T., Takhteev V.V., Gladkochub, Khodzher T.V., Budnev N.V. (Eds.) *Baikology*. Novosibirsk. 2:205-224. (in Russian)]
- Ижболдина Л.А. 1990.** Мейо- и макрофитобентос озера Байкал (водоросли). Иркутск. 176 с. [Izhboldina L.A. 1990. Meio- and macrophytobenthos of Baikal Lake (algae). Irkutsk. 176 p. (in Russian)]
- Ижболдина Л.А. 2007.** Атлас и определитель водорослей бентоса и перифитона озера Байкал (мейо- и макрофиты) с краткими очерками по их экологии. Новосибирск. 248 с. [Izhboldina L.A. 2007. Atlas and key to benthic and periphyton of Lake Baikal (meio- and macrophytes) with short essays on their ecology. Novosibirsk. 248 p. (in Russian)]
- Ижболдина Л.А., Чепинога В.В., Минчева Е.В. 2017а.** Распределение мейо- и макрофитобентоса в литоральной зоне открытых побережий оз. Байкал по данным профилирования 1963–1988 гг. Ч. 1. Западный берег. *Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология*. 19:3-35. [Izhboldina L.A., Chepinoga V.V., Mincheva E.V. 2017a. Meio- and Macrophytobenthos Distribution in the Littoral Zone along the Open Coasts of Lake Baikal According to Profiling Data from 1963–1988. Pt 1. Western Coast. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Biologiya. Ekologiya = Bulletin of Irkutsk St. Univ. Ser. Biol. and Ecol.* 19:3-35. (in Russian)]
- Ижболдина Л.А., Чепинога В.В., Минчева Е.В. 2017б.** Распределение мейо- и макрофитобентоса в литоральной зоне открытых побережий оз. Байкал по данным профилирования 1963–1988 гг. Ч. 2. Восточный берег. *Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология*. 19:36-56 [Izhboldina L.A., Chepinoga V.V., Mincheva E.V. 2017b. Meio- and Macrophytobenthos Distribution in the Littoral Zone along the Open Coasts of Lake Baikal According to Profiling Data from 1963–1988. Part 1. Eastern Coast. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Biologiya. Ekologiya = Bulletin of Irkutsk St. Univ. Ser. Biol. and Ecol.* 19:35-56. (in Russian)]
- Кожов М.М. 1947.** Животный мир озера Байкал. Иркутск. 304 с. [Kozhov M.M. 1947. Animals of the lake Baikal. Irkutsk. 304 p. (in Russian)]
- Кожов М.М. 1962.** Биология озера Байкал. М. 315 с. [Kozhov M.M. 1962. Biology of Lake Baikal. Moscow. 315 p. (in Russian)]
- Константинов А.С. 1986.** Общая гидробиология. М. 472 с. [Konstantinov A.S. 1986. General hydrobiology. Moscow. 472 p. (in Russian)]
- Кравцова Л.С., Ижболдина Л.А., Ханаев И.В., Помазкина Г.В., Домышева В.М., Кравченко О.С., Грачев М.А. 2012.** Нарушение вертикальной зональности зеленых водорослей в открытом Лиственничном заливе озера Байкал как следствие локального антропогенного воздействия. *Докл. Акад. наук*. 447(2):227-229. [Kravtsova L.S., Izhboldina L.A., Khanaev I.V., Pomazkina G.V., Domysheva V.M., Kravachenko O.S., Grachev M.A. 2012. Disturbances of the vertical zoning of green algae in the coastal part of the Listvennichnyi Bay of Lake Baikal. *Doklady Akademii nauk = Doklady Earth Sci.* 447(2):227-229. (in Russian)]
- Мейер К.И. 1930.** Введение во флору водорослей озера Байкал. *Бюллетень МОИП. Отд. биол.* 39(3-4):179-396. [Mejer K.I. 1930. Vvedenie vo floru vodoroslej ozera Bajkal. *Byulleten' MOIP. Otd. Biol. = Bulletin of Moscow of Naturalists. Biol. Ser.* 39(3-4): 179-306. (in Russian)]
- Паутова В.Н. 1974.** Высшая водная растительность оз. Байкал. В: Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы. Иркутск. 17-25. [Pautova V.N. 1974. The higher aquatic vegetation in Lake Baikal. In: Productivity of Baikal and anthropogenic changes in its nature. Irkutsk. 17-25. (in Russian)]
- Рогозин А.А. 1993.** Береговая зона Байкала и Хубсугула. Морфология, динамики и история развития. Новосибирск. 168 с. [Rogozin A.A. 1993. The coastal zone of Baikal and Hovsgol. Morphology, dynamics and development history. Novosibirsk. 168 p. (in Russian)]
- Чепинога В.В. 2015.** Растения-неофиты в гидрофильной флоре Байкальской Сибири. *Вестн. Том. гос. ун-та. Биология*. 29(1):68-85. DOI <https://doi.org/10.17223/19988591/29/6> [Chepinoga V.V. 2015. Neophyte plant species in hydrophilous flora of Baikal Siberia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 29(1):68-85. DOI <https://doi.org/10.17223/19988591/29/6> (in Russian)]
- Чепинога В.В., Ижболдина Л.А., Минчева Е.В. 2019.** Распределение мейо- и макрофитобентоса в литоральной зоне отдельных участков побережий оз. Байкал по данным профилирования 1963–1986 гг. Часть 1. Посольский сор. *Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология*. 26:16-29. DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.27.16> [Chepinoga V.V., Izhboldina L.A., Mincheva E.V. 2019. Distribution of meio- and macrophytobenthos in the Littoral zone of some parts of the lake Baikal according to profiling date from 1963–1986. Part 1. Posol'skiy Sor. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Biologiya. Ekologiya = Bulletin of Irkutsk St. Univ. Ser. Biol. and Ecol.* 26:16-29. DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.27.16> (in Russian)]

- Урбанавичус Г.П. 2010.** Список лишенофлоры России. СПб. 194 с. [Urbanavichus G.P. 2010. A checklist of the lichen flora of Russia. St. Petersburg. 194 p. (in Russian)]
- Форш Л.Ф. 1957.** Особенности температурного режима поверхностных вод Байкала. В: Труды Байкальской лимнологической станции АН СССР. 15:95-158. [Forsh L.A. 1957. Features of the temperature regime of the surface waters of Lake Baikal. *Trudy Bajkal'skoj limnologicheskoy stantsii AN SSSR = Proceedings of the Baikal Limnological Station of the Academy of Sciences of the USSR*. 15:95-158. (in Russian)]
- Bondarenko N.A., Ozersky T., Obolkina L.A., Tikhonova I.V., Sorokovikova E.G., Sakirko M.V., Potapov S.A., Blinov V.V., Zhdanov A.A., Belykh O.I. 2019.** Recent changes in the spring microplankton of Lake Baikal, Russia. *Limnologica*. 75:19-29. DOI <https://doi.org/10.1016/j.limno.2019.01.002>
- Bukin S.V., Pavlova O.N., Kalmychikov G.V., Ivanov V.G., Sakirko M.V., Timoshkin O.A. 2020.** The role of coastal accumulations of the *Spirogyra* spp. filamentous algae as a methane source in the littoral zone of Lake Baikal. *Limnology and Freshwater Biology*. 3:416-422. DOI <https://doi.org/10.31951/2658-3518-2020-A-3-416>
- Khanaev I.V., Kravtsova L.S., Maikova O.O., Bukshuk N.A., Sakirko M.V., Kulakova N.V., Butina T.V., Nebesnykh I.A., Belikov S.I. 2018.** Current state of the sponge fauna (Porifera: Lubomirskiidae) of Lake Baikal: Sponge disease and the problem of conservation of diversity. *Journal of Great Lakes Research*. 44(1):77-85. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2017.10.004>
- Kobanova G.I., Takhteev V.V., Rusanovskaya O.O., Timofeyev M.A. 2016.** Lake Baikal ecosystem faces the threat of eutrophication. *Int. Journal of Ecology*. 401:1-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6058082>
- Kravtsova L.S., Mizandrontsev I.B., Vorobyova S.S., Izboldina L.A., Mincheva E.V., Potyomkina T.G., Golobokova L.P., Sakirko M.V., Triboy T.I., Khanaev I.V., Sherbakov D.Yu., Fedotov A.P. 2020.** Influence of water motion on the spatial distribution of *Spirogyra* in Lake Baikal. *Journal of Great Lakes Research*. 46:29-40. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2019.09.004>
- Potemkina T.G., Potemkin V.L., Kotsar O.V., Fedotov A.P. 2018.** Climate factors as a possible trigger of modern ecological changes in shallow zone of Lake Baikal (Russia). *International Journal of Environmental Studies*. 75(1):86-98. DOI <https://doi.org/10.1080/00207233.2017.1406727>
- Timoshkin O.A., Bondarenko N.A., Volkova Ye.A., Tomberg I.V., Vishnyakov V.S., Malnik V.V. 2015.** Mass development of green filamentous algae of the genera *Spirogyra* and *Stigeoclonium* (Chlorophyta) in the littoral zone of the southern part of Lake Baikal. *Hydrobiological Journal*. 51(1):13-23. DOI <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v51.i1.20>
- Timoshkin O.A., Samsonov D.P., Yamamuro M., Moore M.V., Belykh O.I., Malnik V.V., Sakirko M.V., Shirokaya A.A., Bondarenko N.A., Domysheva V.M., Fedorova G.A., Kochetkov A.I., Kuzmin A.V., Lukhnev A.G., Medvezhonkova O.V., Nepokrytykh A.V., Pasynkova E.M., Poberezhnaya A.E., Potapskaya N.V., Rozhkova N.A., Sheveleva N.G., Tikhonova I.V., Timoshkina E.M., Tomberg I.V., Volkova E.A., Zaitseva E.P., Zvereva Y.M., Kupchinsky A.B., Bukshuk N.A. 2016.** Rapid ecological change in the coastal zone of Lake Baikal (East Siberia): Is the site of the world's greatest freshwater biodiversity in danger? *Journal of Great Lakes Research*. 42(3):487-497. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2016.02.011>
- Timoshkin O.A., Moore M.V., Kulikova N.N., Tomberg I.V., Malnik V.V., Shimaraev M.N., Troitskaya E.S., Shirokaya A.A., Sinyukovich V.N., Zaitseva E.P., Domysheva V.M., Yamamuro M., Poberezhnaya A.E., Timoshkina E.M. 2018.** Groundwater contamination by sewage causes benthic algal outbreaks in the littoral zone of Lake Baikal (East Siberia). *Journal of Great Lakes Research*. 44(2):230-244. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2018.01.008>
- Volkova E.A., Bondarenko N.A., Timoshkin O.A. 2018.** Morphotaxonomy, distribution and abundance of *Spirogyra* (Zygnematophyceae, Charophyta) in Lake Baikal, East Siberia. *Phycologia*. 57(3):298-308. <https://doi.org/10.2216/17-69.1>

DISTRIBUTION OF MEIO- AND MACROPHYTOBENTHOS IN THE LITTORAL ZONE OF SOME PARTS OF THE LAKE BAIKAL ACCORDING TO PROFILING DATA FROM 1963–1986.

Part 2. Chivyrkuyskiy Gulf

Victor V. Chepinoga^{1,2,4}, Elena V. Mincheva³, Ludmila A. Izboldina²

¹Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia; victor.chepinoga@gmail.com

²Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

³Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, Russia; elenakuznetsova01@gmail.com

⁴Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

In 1968–1985, in the course of study of phytobenthos in the Lake Baikal, L.A. Izboldina sampled and analyzed material on the structure and distribution of meio- and microphytobenthos in Chivyrkuyskiy Gulf, the second-

largest gulf in the lake. Until now, just a general description of phytobenthos structure was published. The article presents schemes of 18 profiles, 12 of which (more than three quarters of sampled data) were laid during July 1985. For each profile we have drawn a scheme where indicated dominant and codominant species, type of bottom substrate, generalized biomass of community (gr/m^2) and the number of species for every station (sampling site). Due to the predominance of shallow depths and mechanically unstable sandy, silty-sandy and silty substrates, the structure of benthic vegetation is monotonous, and phytobenthos belts described for Lake Baikal, are not expressed. There is also a certain gradient in communities along the central part of the gulf from its top to the mouth. Small bays along the western shore of the gulf have certain specificity. In some parts of the gulf, *Chaetomorpha curta* (Chlorophyta), *Cladophora aegagropila*, *C. meyeri*, *C. meyeri* var. *gracilior* (Chlorophyta), *Collema ramenskii* (Ascomycota), *Gloeothrichia pisum* (Cyanophyta), *Nostoc pruniforme* (Cyanophyta) are comparatively frequent and abundant. Noteworthy, the high occurrence of such algae as *G. pisum* and *C. aegagropila*, which are absent in littoral of the open Baikal. Charophyta (*Chara* sp., *Nitella* sp.) often form communities at depths of 5–8 m. Among vascular plants, the most active are *Lemna trisulca* and *Potamogeton perfoliatus*. The alien North American *Elodea canadensis* and the zignem algae *Spirogyra* sp., settled in the lake and experienced catastrophic outbreaks of development in subsequent years, in 1985 were represented by few samples.

Kew words: *phytobenthos, littoral zone, benthic profiling, Lake Baikal, Chivyrkuyskiy Gulf, Eastern Siberia.*

For citation: Chepinoga V.V., Mincheva E.V., Izhboldina L.A. 2022. Distribution of meio- and macrophytobenthos in the littoral zone of some parts of the lake Baikal according to profiling data from 1963–1986. Part 2. Chivyrkuyskiy Gulf. *Rastitel'nyj Mir Aziatskoj Rossii = Flora and Vegetation of Asian Russia*. 15(4):257-271 DOI 10.15372/RMAR20220401

ORCID ID

V.V. Chepinoga 0000-0003-3809-7453

E.V. Mincheva 0000-0003-4447-6345

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Received by the editors 12.03.2022

Принята к публикации / Accepted for publication 20.07.2022