



УДК: 574.084.2 (282.256.341 – 210.5)

Биология прибрежной зоны озера Байкал
Сообщение 2. Береговые скопления заплесковой зоны:
классификация, сезонная динамика количественных и качественных
показателей их состава

О. А. Тимошкин¹, В. С. Вишняков^{2,1}, Е. А. Волкова^{2,1}, А. А. Широкая¹,
Н. Н. Куликова¹, Е. П. Зайцева¹, А. Г. Лухнев¹, О. В. Попова¹, И. В. Томберг¹,
Н. В. Потапская¹, Ю. М. Зверева^{2,1}, В. В. Мальник¹, Н. А. Бондаренко¹,
Н. А. Рожкова¹, Л. А. Оболкина¹, Н. Г. Шевелева¹, Т. Я. Косторнова¹,
А. Н. Сутурин¹, А. В. Непокрытых¹, Е. В. Сайбаталова¹, Н. Ф. Логачева¹

¹ Лимнологический институт СО РАН, Иркутск

² Иркутский государственный университет, Иркутск

E-mail: tim@lin.irk.ru

Аннотация. Вторая статья серии посвящена экологии береговых скоплений (БС) заплесковой зоны озера Байкал. Преимущественно рассматриваются естественные для экосистемы озера береговые скопления детрита (БСД). Приведены первые результаты исследований разнообразия этих скоплений, их состава, количественных характеристик, сезонной динамики, полученные за период 2007–2011 гг. во время междисциплинарных исследований мелководной зоны Южного Байкала в районе бухты Большие Коты. Приведена первая классификация береговых скоплений детрита озера Байкал. Выявлена взаимосвязь между массовой вегетацией наземной и водной растительности, жизненными циклами гидробионтов с одной стороны и особенностями формирования детритных скоплений – с другой. Отмечено ежегодное июньское повышение улотриковой составной части береговых скоплений детрита, связанное с повышением уровня озера. Приведённые в статье сведения послужат основой для последующего междисциплинарного изучения заплесковой зоны Байкала и организации оптимальной схемы слежения за её состоянием.

Ключевые слова: заплесковая зона; Байкал; состав, сезонная динамика, классификация береговых скоплений детрита; *Ulothrix*; *Draparnaldioides*; *Cladophora*; *Tetraspora*; *Nitella*; *Nostoc*; *Phormidium*; *Tolypothrix*; *Dermatochrysis*; *Phaeoplaca*; *Ireksokonia*; *Didymosphenia*; *Collema*; *Potamogeton*; *Lemna*; *Spirogyra*; *Mougeotia*.

Введение

Внешние границы моря Ю. П. Зайцев [22; 23; 85] называет «контурными биотопами», каждому из которых присущи свои группы организмов, приспособленных к его специфическим условиям. Контурные биотопы и населяющие их сообщества – это своего рода «болевые точки» моря, по которым можно судить о состоянии всей его экосистемы. Это комплексная барьерная зона, в которую входят физический, геохимический и биогеохимический барьеры.

Проблема изучения прибрежных сообществ стала актуальной в последние несколько десятилетий в связи с эвтрофированием и массовым развитием нитчатых макроводорослей в водоёмах разного типа. Последствиями этих процессов являются аккумуляция гниющих

водорослей на побережье и возникновение условий аноксии, массовые заморы бентосных животных и мальков рыб [70; 84; 85]. Каждый год эти процессы наблюдаются в различных районах Балтийского, Белого и др. морей, а также на крупных озёрах. Берега их заливов активно используются как зона отдыха, но из-за «цветения» воды использование этих территорий в рекреационных целях становится проблематичным [15; 82]. Массовое развитие макроводорослей в прибрежной зоне и последующее их разложение служат причиной вторичного загрязнения бухт органическим веществом, что негативно влияет на биоразнообразие и количественные характеристики макрозообентоса [3; 9; 12; 30; 53; 57]. Начиная с 2000 г. интенсивное зарастание дна нитчатыми водорослями наблюдается и в ряде заливов Байкала

(Баргузинский, Лиственичный) [10]. Экспериментально показано, что скопления разлагающихся водорослей на побережье могут служить благоприятным субстратом для аккумуляции, роста и размножения патогенных энтеробактерий, в том числе кишечной палочки и сальмонеллы, поскольку обеспечивают их необходимыми для жизнедеятельности питательными веществами [60; 69; 71; 78; 80]. Исследования, проведенные на оз. Мичиган (североамериканские Великие озёра), показали, что плотность популяций *Escherichia coli* в матах *Cladophora* spp. гораздо выше, чем в окружающей воде [63; 75; 77]. Наличие кладофоры, даже в небольших количествах, стимулирует рост *E. coli* в стерильном песке [69]. Описаны многочисленные случаи ботулизма у рыбоядных птиц, кормящихся на побережьях Мичигана [56; 59; 61]. Тысячи трупов птиц, инфицированных ботулотоксином *Clostridium botulinum* var *Ermengem*, 1896 (тип E), обнаружены в одном из районов озера в 1960-х и начале 2000-х гг. Вспышки ботулизма совпали по времени с интенсивным развитием *Cladophora glomerata* (L.) Kuetz., вместе со скоплениями которой на берег попадало большое количество беспозвоночных и рыб [54; 72; 74]. Спорадические случаи рыбьего и птичьего ботулизма были зарегистрированы и на других Великих озёрах – Эри, Гурон и Онтарио [61; 62; 65; 68; 79; 86]. По мнению большинства исследователей, интенсивное развитие макрофитов связано с изменением притока биогенов, в первую очередь фосфора. Доказано, что эвтрофирующий эффект зелёных водорослей значительно (до 10 раз) возрастает в условиях сильного загрязнения, в частности, вблизи коллекторов сточных вод [28].

Также известно, что выделяемые водорослями фитонциды подавляют развитие ряда болезнетворных бактерий [9]. Скопления сорванных штормами водорослей, плавающих или лежащих на дне в виде матов до тех пор, пока не оказываются выброшенными на берег, продолжают очищать воду от техногенного загрязнения, так как обычно остаются в жизнеспособном состоянии и в них продолжают процессы фотосинтеза и продуцирования органического вещества, преобладающие над процессами отмирания и гниения. Скорость прижизненных выделений метаболитов макрофитами мало зависит от их концентрации в среде, тогда как скорость посмертного выделения зависит от неё существенно [9; 50].

Изучение береговых выбросов актуально не только с позиций санитарно-эпидемиологического

мониторинга пляжей: большой интерес представляет их роль в экосистеме заплесковой зоны. На примере супралиторали Берингова моря показано, что штормовые выбросы водорослей-макрофитов являются кормовой станцией мелких воробьиных птиц, обеспечивая их гораздо большим количеством разнообразной пищи, чем тундровые биотопы, так как в них размножаются многие беспозвоночные (двукрылые и равнокрылые насекомые, паукообразные и т. д.) [31; 42]. Являясь дополнительным кормом для взрослых птиц, беспозвоночные – обитатели штормовых выбросов – приобретают решающее значение во время выкармливания птенцов и в первые месяцы жизни молодых птиц. Установлено, что большинство видов птиц предпочитают кормиться в зоне компостов, которая обильнее других заселена не только морскими, но и наземными беспозвоночными, мигрирующими на лайды¹ с прибрежных лугов, и реже посещают зоны свежих и сухих выбросов [42; 13]. Исследования, проведенные на побережье Белого моря (Карелия), показали, что обитатели штормовых выбросов составляют около 60 % рациона птенцов белых трясогузок, гнездящихся в примыкающих к лайде биотопах [40]. Взрослые птицы этого вида питаются почти исключительно супралиторальными организмами, которые достигают 90 % по весу от содержимого их желудка. Значительная часть органического вещества из полосы выбросов изымается насекомыми: только рыжие муравьи выносят с каждого погонного метра береговой линии около 60 г корма в сутки [40]. В отлив литоральные нематоды служат пищей для жуков-стафилинид [37; 73]. Тем не менее, основная часть органики остаётся в выбросах, а затем, «переработанная» наземными беспозвоночными и пригодная для питания морских детритофагов, штормами смывается обратно в море.

Первые для Байкала сведения по количественному и качественному составу береговых скоплений животного происхождения нам удалось найти в книге зоолога и натуралиста О. К. Гусева [16]. Он рассказывает о большой плотности муравьев на Большом Ушканьем острове, которая «...пожалуй, не имеет равных в Союзе». На этом острове площадью 9 км², автор оценил количество муравейников при-

¹ Лайда – заболоченный луг на прибрежных низменных равнинах, затопляемый во время морских приливов и обсыхающий при отливах; термин применяется для Европейского Севера и Северной Сибири [Wikipedia].

мерно в 6–7 тыс. (с. 144). В середине июня¹ на северо-западном побережье Байкала несколько дней подряд на протяжении более 100 км «вдоль берега тянулась ярко-красная лента шириной сантиметров в пятьдесят», – так О. К. Гусев описывает скопления божьих коровок, которые «сидели в огромном количестве почти у самой воды». На одном квадратном метре автор насчитал около 600 особей этих жуков (следовательно 600 тыс. экз. на 1 км²), а в районе мыса Рытый на одном камне было обнаружено более 120 особей. Подобные скопления коровки образуют на берегах морей и водохранилищ, когда после длительного перелета насекомые стремятся занять ближайший участок суши. Случается, что штормовой ветер сметает коровок в воду, а волны выбрасывают их на берег «в виде валика вдоль линии прибоя», и многие особи гибнут. Но на Байкале коровки свободно мигрировали из тайги на берег и обратно, и причина такого поведения неизвестна. В числе наземных животных, снесённых ветром в воду озера и прибитых к берегу, О. К. Гусев обнаружил еловых усачей, различных жуков, журчалок, ос, долгоножек, пилильчиков. В береговых выбросах, кроме того, попадались слоники и короеды, шмели, златоглазки, клопы, бабочки и стрекозы. Каких-либо количественных сведений по этим насекомым автор не приводит.

Штормовые выбросы, как постоянный элемент берегового ландшафта морских бухт, являются одним из самых хорошо изученных биотопов зоны заплеска [6–8; 11; 14; 19–21; 29; 32; 33; 36; 47; 64; 67; и др.].

Зелёные нитчатые водоросли (в частности, кладофора) являются благоприятным субстратом для микроводорослей перифитона [15; 30; 55]. На примере гиперсолёных озёр Крыма показано, что на нитях кладофоры развиваются диатомово-цианопрокариотно-бактериальные комплексы, являющиеся важным элементом экосистем этих водоёмов. Талломы кладофоры образуют плавучие поля – маты, достигающие линейных размеров в сотни (!) метров [27]. Внутри матов наблюдается большое разнообразие (до 40 видов) и обилие подвижных и прикрепленных форм инфузорий, а с их нижней стороны, где в гипоксидно-аноксидных условиях развиваются пурпурные и бесцветные серные бактерии, массово присутствуют анаэробные инфузории [17; 38; 44; 52]. Маты

Cladophora характеризуются наибольшим видовым разнообразием и обилием животных по сравнению с другими местообитаниями в этих гиперсолёных озёрах.

В зависимости от сочетания условий (ветра, волнения, приливных течений) фрагменты талломов зелёных водорослей могут образовывать плотные округлые структуры (шары), имеющие полости или извитые внутренние ходы. Этот весьма необычный биотоп, заселённый разнообразными представителями макро- и мейофауны, описан из разных районов Мирового океана и ряда пресных озёр [2; 43; 58; 66; 76; 81; 83]. Внутренние «ходы» в шарах по размерам сопоставимы с ходами в крупном песке. Шары легко перемещаются волнами и аэрируются не хуже, чем верхний слой песка. Оторванные от субстрата талломы водорослей являются не только основой для развития высокоинтегрированных сообществ, но и обеспечивают основную массу первичной продукции прибрежной зоны [48; 49]. Например, в восточной части Финского залива продукция *C. glomerata* составляет до 90 % от суммарной продукции прибрежной зоны [15], а в ряде гиперсолёных озёр Крыма – до 99 % [27].

Макроводоросли являются одним из основных компонентов первичного звена экосистемы Байкала. В литоральной зоне отмечается зональность в распределении бентосной альгофлоры, в составе которой насчитывается 137 таксонов макроводорослей рангом ниже рода [26]. Здесь они играют средообразующую роль. Сообщества цветковых гидрофитов, которые формируются в защищённых от волнового воздействия местах [1], также оказывают существенное влияние на разнообразие и хорологию зообентоса [51]. Показано, что литоральным видам макроводорослей присуща важная биогеохимическая роль, заключающаяся в их участии в процессах аквального выветривания каменистого субстрата и аккумуляции микроэлементов [35]. Для бентосных альгоценозов Байкала прослежены сезонные сукцессии, которые выражаются в изменении видового состава и биомассы и определяются как комплексом абиотических факторов, так и особенностями жизненных циклов макроводорослей [25]. Включение огромной биомассы бентосных водорослей в трофический круговорот осуществляется главным образом через детритные пищевые цепи [39]. На формирование свободноплавающих скоплений талломов макроводорослей в прибрежной части озера в разное время обращали внимание В. Ч. Дорогостайский

¹ К сожалению, год находки автором не указан. Но О. К. Гусев ссылается на одну из своих публикаций от 1967 г., в которой приводит описание данного явления.

[18], К. И. Мейер [34] и А. П. Скабичевский [46], объясняя это явление сильными волнениями, захватывающими придонные слои, а также подъёмом уровня воды Байкала в летний период. Например, А. П. Скабичевский [46] писал, что всплытие дерновин «затопленного» пояса *Ulothrix* связано, с одной стороны, с началом отмирания водорослей, оказавшихся в несвойственных им условиях на некоторой глубине, а с другой – с продолжающимся в клетках процессом фотосинтеза. Макроводоросли, выброшенные прибоем, детрифицируются в сравнительно узкой прибрежной полосе, оказывая влияние на химизм интерстициальной воды, микрофлору и (супра)литоральную фауну.

Как и в морях, заплесковую зону озера Байкал также можно рассматривать как своего рода «контурный биотоп». Большинство происходящих в этих зонах биогеохимических процессов, включая основные причины и механизмы образования БСД, их влияние на качество интерстициальных и прибрежных вод, особенности образования и динамика инфауны, роль представителей наземных биоценозов в их утилизации (насекомые, птицы), формирование промежуточных сообществ и т. д., аналогичны как в морских, так и в пресноводных экосистемах. Общая характеристика этого биотопа в озере Байкал, как и обоснование важности его исследования были приведены в первом сообщении данной серии статей [4]. Настоящее сообщение посвящено первым результатам изучения разнообразия, состава, количественных характеристик, сезонной динамики БСД, полученным за период 2007–2011 гг. в ходе междисциплинарных исследований мелководной зоны Южного Байкала в районе бухты Большие Коты.

Материалы и методы

Общая схема комплексного отбора проб и перечень методов приведена ранее [4]. Для характеристики собственно береговых скоплений в течение летне-осеннего периода (июнь–сентябрь) 2010–2011 гг. нами проводились исследования заплесковой и мелководной зон бух. Бол. Коты (западное побережье Южного Байкала). Пробы отбирались в районе четырёх стандартных мест наблюдений: в пади Варначка (Сенная), против стационара ЛИИ СО РАН, в 150 м южнее стационара («Пещерка») и в 300 м севернее устья р. Чёрной. Для определения компонентного состава скопления детрита выбирали вплоть до подлежащего минерального грунта с площадок 0,01 и 0,04 м². В камераль-

ных условиях содержимое проб классифицировали, компоненты БСД взвешивали на весах AND (Япония) с точностью до 0,1 мг, с пересчётом их массы на 1 м². Фитокомпоненты определяли до вида, талломы макроводорослей фиксировали формалином и гербаризировали. При анализе проб, определении видового состава водорослей и подсчёте количества инфузорий применяли микроскопы Olympus CX 21 FS 1 и Meiji Techno с увеличениями 100× и 400× и бинокулярный микроскоп Carton с увеличениями 40× и 20×. Результаты исследований документировали с использованием цифрового фотоаппарата Olympus Camedia C-3040 zoom (3.3 Mpix) с фотонасадкой NY 2000S 01705. Сырую биомассу улотрикса подсчитывали следующим образом: с выбранного типичного участка обрастания определённой площади на более или менее плоской поверхности скалы либо каменистого грунта талломы водоросли соскабливали скальпелем и взвешивали после удаления излишков воды. Полученные значения пересчитывали на 1 м².

Кроме регулярных сборов в бух. Бол. Коты, нами использованы результаты разовых сборов и наблюдений за береговыми скоплениями, проведённых в 2009 г., а также во время экспедиций в районы Южного, Среднего и Северного Байкала на НИС «Г. С. Титов» и «И. Д. Папанин» в 2011 г. Авторство использованных в данной статье фотографий, если оно не оговорено особо, принадлежит О. А. Тимошкину, либо использованы фото из научного архива проектов, выполнявшихся под его руководством.

Результаты и обсуждение

Классификация и основные типы (разнообразие) БС

Выяснено, что БС ежегодно формируются практически вдоль всей заплесковой зоны оз. Байкал, включая его острова, соры и заливы. Состав и количественные характеристики скоплений сильно различаются. На первом этапе исследований нами разработана классификация БС оз. Байкал. В её основу положены несколько принципов: 1) естественность для экосистемы озера; 2) доминирование составных частей (происхождение скоплений); 3) регулярность возникновения в межгодовом аспекте; 4) регулярность возникновения в сезонном аспекте; 5) особенности локализации. Соответственно этой классификации нами выделены следующие основные типы БС: 1 – «регулярные» (ежегодные) (рис. 1–11; 13–15; 17–19; 24; 25;

39–41) или «эпизодические» (рис. 20); 2 – «естественные» (природные) (рис. 1–11; 13–15; 1; 17–19; 24; 25; 39–41) или «антропогенные» (твёрдые бытовые отходы, нефтезагрязнения) (рис. 15; 2; 21); 3 – «преимущественно растительного» (рис. 1–11; 24; 39: 1, 2, 5, 8; 40: 5, 6, 8; 41: 1, 2) или «преимущественно животного происхождения» (рис. 13; 14; 16–20; 39: 3–7; 40: 3–5, 7); 4 – «весенне-летние», «летние», «летне-осенние» (рис. 1–8; 10; 11; 13–20; 24; 25; 39–41), «осенние» (рис. 9; 35–37). БС также могут быть «поверхностными» (рис. 1–11; 13–15; 17–19; 39–41), либо «захороненными» в грунт (рис. 24; 25). Основной составляющей большинства изученных нами БС озера Байкал является детрит. Кроме него, в состав БС в том или ином количестве могут входить бытовой мусор и другие составляющие антропогенного происхождения, которые детритом не являются. Поэтому чаще всего в статье мы будем употреблять термин «береговые скопления детрита» (БСД). Если в составе БС преобладает антропогенная составляющая, то мы называем его «береговое скопление антропогенного происхождения» и приводим состав. Это первая классификация БС озера Байкал, основанная, прежде всего, на наших наблюдениях каменистого побережья западного борта Южного Байкала (так называемый ландшафт мелководной абразивной террасы, погружённый в кристаллические породы в основном архейского комплекса; простирается между дер. Култук и мысом Кадильный [41]). Она будет дополняться и дорабатываться в процессе дальнейшего изучения зоны заплеска Северного и Среднего Байкала.

Состав и количественные характеристики БСД естественного (природного) происхождения и их сезонная динамика в бух. Бол. Коты

Анализ состава береговых выбросов в бухте показал, что в зависимости от места отбора проб, характера грунта, гидрологических, гидродинамических условий и других факторов среды наблюдаются изменения качественных и количественных характеристик БСД. Они во многом зависят от состава, структуры и сезонной динамики бентосных фитоценозов. За редким исключением, фитокомпоненты, представленные талломами и колониями макроводорослей (рис. 29; 30: 2–4; 33; 35–37; 42), фрагментированными цветковыми гидрофитами (рис. 8; 30: 1; 40: 5, 6) и в разной степени минерализованными остатками наземных растений (рис. 9–11; 39: 1, 8; 40: 5, 8), играли главную роль в

формировании детритных скоплений в заплесковой зоне озера. Зоокомпоненты были представлены губками, личинными шкурками и мёртвыми особями амфипод (рис. 13–15; 39: 2, 4–7; 40: 3–5, 7), оторванными от субстрата кладками ручейников и их имаго (рис. 16–18; 39: 3), имаго хирономид (рис. 19), а также – наземных насекомых (рис. 20) и останками последних (в частности – крыльями бабочек), скелетами рыб, перьями птиц и др. Кроме того, на побережье в районе пос. Бол. Коты также скапливался бытовой мусор (рис. 21).

Основную массу вдольбереговых скоплений составляют виды макроводорослей, относимых Л. А. Ижболдиной [24–26] к видам с коротким периодом вегетации, дающим в течение года один пик фитомассы с июня до середины июля¹ – *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr.) Kuetz. и *Tetraspora cylindrica* (Wahl.) C. Ag. var. *bullosa* C. Meyer. В этот период средние значения фитомассы видов в районе бух. Бол. Коты составляют 211,5 и 103 г/м² соответственно [25]. Значения биомассы сырого веса *U. zonata* в зоне заплеска в бух. Лиственичная и Бол. Коты, полученные нами в этот же период 2011 г., были близки к указанным выше – в среднем 202,5 г/м².

На рисунке 22 показан прибрежный пояс *U. zonata* в период интенсивной вегетации этой водоросли (при этом хорошо видны три основных «подзоны» этого пояса). Урез воды, а также наиболее молодая, салатно-зелёная «подзона» пояса улотрикса видна на фотографии справа; наиболее зрелая, тёмно-зелёная (сформированная в мае, когда уровень воды по вертикали был ниже примерно на 1–1,5 м) – слева. В течение июня урез воды, как правило, перемещается на несколько метров выше (см. схему [4]). При этом пояс зрелого улотрикса оказывается на глубине 15–20 см, его нитевидные талломы (которые могут достигать не менее 15 см в длину) начинают в массе отрываться от камней и всплывать на поверхность воды (рис. 23). Во время шторма они выбрасываются волнами в зону заплеска и формируют обильные БСД (рис. 1)². Поскольку к этому же сезону обычно приурочен массовый вылет имаго ручейников, эти два основных компонента прибрежных сообществ, отмирая, образуют наиболее распространённый вдоль всего побережья Байкала

¹ В зависимости от абиотических условий конкретного года указанные сроки могут сдвигаться.

² При этом наиболее молодые, короткие нити водоросли, как правило, остаются прочно прикреплёнными к приурезовым камням и в составе БСД не обнаруживаются.

тип БСД, название которого, согласно представленной классификации, дано в подписи к рисунку 17. По предварительным оценкам, БСД такого типа (практически на 100 % состоявшее из мёртвых имаго ручейников), исследованное в районе пляжа севернее пади Чёрная (июнь 2010 г.), имеет следующие количественные характеристики: количество ручейников – 451 912 экз./м², сухой вес – 965 г/м², сырой вес имаго ручейников в самом БСД значительно увеличивается и составляет 7 167 г/м². К июлю в составе этого типа БСД резко возрастает доля другой массовой макроводоросли – *T. cylindrica* var. *bullosa* (рис. 2), вегетация которой к этому периоду достигает пика [5; 24–26].

Нами обнаружены две разновидности улотриковых БСД, формирование которых зависит от гранулометрических характеристик грунта в зоне заплеска: поверхностные (их характеристика дана выше) и захороненные в грунт. Классическим примером захороненных БСД могут служить береговые выбросы, регулярно наблюдаемые нами в районах падей Варначка, Сенная и Жилище. Во всех таких случаях прибрежные пляжи представлены многоярусными галькой, щебнем, либо камнями мелких и средних размеров. На рисунках 24–25 приведены общий вид пляжа и последовательные стадии снятия верхних ярусов (слоёв) грунта в районе падей Варначка и Жилище. Внешне такие БСД практически незаметны; лишь после удаления поверхностных слоёв каменистого грунта вплоть до спрессованного песка под ними, становится очевидным, насколько значительны «запасы» легко усвояемого детрита на таких пляжах и насколько интенсивными могут быть процессы их разложения. Общий сырой вес захороненного БСД в указанных участках зоны заплеска составлял около 4 кг на 1 м² (табл. 1).

Согласно результатам предыдущих исследований [25–26], сезон вегетации зелёных макроводорослей эндемичного байкальского рода *Draparnaldioides* C. Meyer et Skabitsch. длится с апреля по декабрь. Наибольшая их фитомасса приходится на середину и конец лета. На подводных фотографиях, сделанных в ходе исследований прошлых лет в мелководной зоне на междисциплинарном полигоне Берёзовый (рис. 26) и в бух. Бол. Коты (рис. 27; 28), хорошо видно, как эти макроводоросли образуют огромные поля практически со 100%-ным проективным покрытием дна. Если учесть, что среднее значение сырой массы одной «взрослой»

особи вида-доминанта *Draparnaldioides baicalensis* (C. Meyer) C. Meyer et Skabitsch. варьирует в пределах 15–25 г (в среднем 19 г), а на квадратном метре в период массовой вегетации могут произрастать десятки особей, в пересчёте на 1 м² дна это может составлять 500–700 г, а на всё побережье бухты – сотни тонн сырого веса. Вторым по встречаемости видом этого рода был *D. arenaria* (C. Meyer) C. Meyer et Skabitsch. (рис. 30: 2–4). Единичные талломы видов рода можно обнаружить выброшенными на берег в июне – начале июля, к концу августа их биомасса постепенно увеличивается (рис. 32), а осенью они становятся главными компонентами прибрежных выбросов (рис. 4). Аналогично БСД с доминированием улотрикса, нами также найден захороненный тип БСД с доминированием драпарналидиоидес (рис. 7; табл. 2). В этот же период прослежено увеличение массы видов рода *Didymosphenia* M. Schmidt. (с 27,4 в июле до 85 г/м² в сентябре). Сезонно вегетирующая зелёная нитчатая водоросль *C. glomerata* (рис. 33; 34) появляется в заливе на мелководьях в середине июля, но уже в конце августа – сентябре массово отмирает и становится компонентом берегового выброса с биомассой 617,5 г/м² (рис. 32; табл. 2). Биомасса многолетней харовой водоросли *Nitella flexilis* (L.) C. Ag. и оторванных колоний цианопрокариот *Nostoc verrucosum* (Vauch.) Born. et Flah. sensu Elenk. в составе вдольбереговых выбросов не превышала 140 г/м².

Существенный вклад в формирование детритных скоплений в береговой зоне озера вносят минерализующиеся остатки наземных растений, состав которых определяется типом прибрежных фитоценозов и сезоном года. На берегу бух. Бол. Коты наиболее распространены смешанные, хвойные (сосняки) и мелколиственные леса, чередующиеся с участками экстрональных степей и остепнённых лугов по крутым каменистым склонам. Хвоя, кора, фрагменты репродуктивных органов *Pinus sylvestris* L., *Larix sibirica* Ledeb., листья и ветки *Populus tremula* L., *Betula pendula* Roth, *Salix* spp., травянистые растения, зелёные мхи на протяжении всего периода наблюдения входили в состав береговых выбросов. Наибольшая их масса отмечена в сентябре (5 512 г/м², в том числе – за счёт массового опадения хвои сосны и лиственницы; иногда БСД побережья были представлены исключительно этим фитокомпонентом) (рис. 9).

Таблица 1

Состав и биомасса компонентов БСД захороненного типа в бух. Бол. Коты
(против стационара ЛИН СО РАН) в сентябре 2011 г.

Компоненты БСД	Масса, г/м ²
<i>Nostoc verrucosum</i>	30
<i>Didymosphenia geminata</i>	85
<i>Nitella flexilis</i>	205
<i>Draparnaldioides baicalensis</i>	695
<i>Cladophora glomerata</i>	90
<i>Cladophora compacta</i>	10
<i>Collema</i> cf. <i>ramenskii</i>	5
<i>Elodea canadensis</i>	42,5
<i>Myriophyllum spicatum</i>	300
Минерализующиеся остатки наземных растений	657,5
Бытовой мусор	90
Минерализующиеся остатки цветковых гидрофитов и водорослей	1797,5
Всего	4007,5

Примечание: в табл. 1 и 2 указан сырой вес компонентов после удаления излишков воды

Таблица 2

Сезонная динамика состава и биомассы БСД в бух. Бол. Коты (против стационара ЛИН СО РАН) в 2011 г.

Виды макроводорослей	24.06.2011, 50 см выше уреза, г/м ²	29.07.2011, урез, г/м ²	05.08.2011, урез, г/м ²	01.09.2011, 1 м выше уреза, г/м ²	09.11.2011, 50 см выше уреза, г/м ²
<i>Ulothrix zonata</i>	7 299,3	12,5	260,0	1,5	0
<i>Elodea canadensis</i>	247,5	44,0	10,0	57,5	112,5
<i>Myriophyllum spicatum</i>	1 289,6	195,0	207,5	300,0	3 763,7
<i>Nitella flexilis</i>	141,3	131,8	57,5	75,0	412,7
<i>Nostoc verrucosum</i>	31,3	130,0	70,0	97,5	421,7
<i>Collema</i> cf. <i>ramenskii</i>	0	3,0	0	20,0	0
<i>Didymosphenia geminata</i>	0	27,4	232,0	0	2 220,0
<i>Dermatochrysis reticulata</i>	0	3,9	6,5	5,0	0
<i>Tetraspora cylindrica</i> var. <i>bullosa</i>	0	1 224,0	42,5	0	0
<i>Draparnaldioides baicalensis</i> + <i>D. arenaria</i>	0	2 282,1	3 110,0	5 961,8	23 917,2
<i>Cladophora compacta</i>	0	9,5	0	32,5	0
<i>Cladophora glomerata</i>	0	0	0	617,5	0
<i>Cladophora</i> sp.	0	0	7,5	0	0
<i>Mougeotia</i> sp. ster.	0	0	11,3	0	0
Зоокомпоненты	0	77,2	0	120,9	0
Минерализующиеся остатки наземных растений	4 107,8	2 557,1	287,5	7 815,0	5 988,1
Бытовой мусор (бумага, полиэтилен)	0	3,8	0	177,5	0
Сумма	13 116,6	6 701,1	4 302,3	15 281,7	36 835,9

Водные цветковые растения, вегетирующие в бухте на глубинах 10–20 м в условиях более стабильного гидродинамического режима, также становятся компонентами БСД. Уруть (*Myriophyllum spicatum* L., рис. 30: 1) и элодею (*Elodea canadensis* Michx.) всегда можно обнаружить выброшенными на берег. Их максимальные скопления у верхней границы фитали наблюдались нами в июне (урути – до 1 290 г/м² элодеи – до 247,5 г/м²), к осени их количество уменьшалось (до 300 и 50 г/м² соответственно). Следует отметить, что сосудистые гидрофиты детрифицируются медленнее, чем макроводоросли.

К минорным фитокомпонентам выбросов в районе пос. Бол. Коты можно отнести золотистые водоросли *Dermatochrysis reticulata* (C. Meyer) Entwisle et R. A. Andersen, *Phaeoplaca baicalensis* (C. Meyer) Bourg. (рис. 35); зелёные *Cladophora compacta* (C. Meyer) C. Meyer, *Ireksokonia formosa* C. Meyer; стрептофитовые *Mougeotia* sp. ster. и *Spirogyra* sp. ster.; цианопрокариоты *Tolypothrix distorta* (Fl. Dan.) Kuetz. f. *distorta* и *Phormidium* sp.; водный лишайник рода *Collema* Wigg. (*ramenskii* ?); высшие водные растения *Batrachium* sp., *Lemna trisulca* L., *Potamogeton perfoliatus* L. и *Potamogeton* sp. Биомасса этих видов, которые обычно вегетируют на глубинах 3–15 м, не превышала 32,5 г/м², а их участие в формировании вдольбереговых выбросов незначительно. Количество большинства спорадически встречающихся глубоководных видов макроводорослей увеличивается к осени, так как в период сильных штормов они отрываются от камней вместе с талломами видов *Draparnaldioides*, которые часто эпифитируют на них. В частности, талломы *C. compacta* нередко используются в качестве субстрата доминирующим видом *D. baicalensis*.

Анализ сезонной динамики состава БСД (рис. 32) и других факторов среды на побережье бух. Бол. Коты, проведённый летом 2011 г., позволяет выделить два основных фактора, определяющих доминирование того или иного растительного компонента в скоплениях детрита. Во-первых, июньский максимум вклада улотрикса в БСД и резкое снижение доли этого компонента в последующие летние месяцы наиболее логично объяснить повышением уровня воды озера. Образовавшийся в мае приурезовый пояс улотрикса оказывается затопленным на глубину в несколько десятков сантиметров, при этом его талломы отрываются от субстрата, в изобилии наблюдаются на поверхности прибрежной воды (рис. 23) и в массе выбрасываются волнами на берег. Наши исследования 2009–2011 гг. показали [4], что наиболее резко уровень воды в озере повышается имен-

но в конце мая – июне. Так, например, летом 2011 г. расстояние от репера, установленного в основании склона напротив стационара ЛИН СО РАН, до уреза воды менялось следующим образом: 9,5–10 м (конец мая), 8 м (28 июня), 3,5 м (30 июля), 2,3 м (1 сентября); в течение осенних месяцев уровень воды практически не изменялся (рис. 38: 2)¹. На протяжении всех четырёх лет исследований, в мае – июне улотрикс являлся одним из доминирующих видов фитокомпонента БСД в бухте. Во-вторых, увеличивающееся на протяжении летних месяцев и абсолютное доминирование в октябре драпарнальдиоидес, очевидно, объясняется особенностями жизненных циклов этих макроводорослей [25–26]. Это же справедливо и для тетраспоры, которая входит в число доминирующих фитокомпонентов БСД в конце июля.

В период массовой вегетации в озере выброшенные на берег макроводоросли в большинстве обнаруживаются почти неповреждёнными, в хорошем физиологическом состоянии: на их талломах можно наблюдать клетки с неразрушенными хлоропластами, специализированные органы размножения (спорангии, гаметангии). Наши наблюдения подтверждаются опубликованными ранее данными других авторов. Так, А. П. Скабичевский [45], изучая особенности размножения эндемичной зелёной водоросли *T. cylindrica* var. *bullosa*, использовал оторванные прибором колонии. Кроме того, есть сообщение и о газовых пузырьках разной величины, скапливающихся в ватообразных ключьях улотрикса, что свидетельствует о продолжающемся в клетках процессе фотосинтеза [46]. В осенний период, когда увеличивается штормовая активность и вегетация видов рода *Draparnaldioides* завершается, их талломы, выброшенные прибором, в массе скапливаются на берегу. Процессы детрификации макрофитов происходят не только в заплесковой зоне, но и на мелководье самого озера на различных глубинах. Судя по предварительным данным, на берег волны выбрасывают лишь некоторую часть макроводорослей, оторванных от субстрата штормами, что также отмечал А. П. Скабичевский [46]. Большая часть их биомассы, по видимому, может утилизироваться в самом озере. Так, в сентябре 2011 г., на глубине 3–5 м нами были обнаружены разлагающиеся талломы *D. baicalensis*, прикреплённые к каменистому субстрату и обильно покрытые эпифитами, из которых наиболее массовыми были *Cocconeis placentula* Ehr., *Didymosphenia*

¹ При любезном содействии А. Л. Новицкого нам удалось измерить расстояние от репера до уреза воды напротив стационара ЛИН СО РАН (Бол. Коты) 16 апреля 2012 г., оказавшееся равным 9 м 35 см.

geminata (Lyngb.) M. Schmidt., *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, виды родов *Gomphonema* C. Ag., *Cymbella* C. Ag. и *Phormidium* Kuetz. (рис. 36). Трихальные формы цианопрокариот в большом количестве колонизировали слизь живых талломов драпарнальдиоидес, придавая им кирпично-красный оттенок (рис. 37). В целом же следует отметить, что молодые талломы макроводорослей, особенно в летний период, значительно меньше обрастают эпифитами, либо не обрастают ими вообще.

На рисунке 20 представлен внешний вид и размеры эпизодического естественного БСД животного происхождения (наземные насекомые и амфиподы). В состав БСД входили следующие компоненты (экз.): кобылки (2 327); божьи коровки (39); листоеды (в основном, сходные с тополёвыми, с красными надкрыльями) (12); имаго рабочих особей муравьёв (не менее 80); жулики (5); бабочки (более 80 % – боярышницы, остальные – ночные) (40); клопы (11); щелкуны (7); хрущи (13); зелёная черепашка (1); гаммариды (эулимногаммарус) (4). На 1 м² насчитывалось 17 тыс. экз. насекомых (92 % из них – кобылки). Под этим БСД обнаружено специфическое сообщество, включающие быстро развивающихся личинок мух (опарышей) и др. В пересчёте на сухой вес, в этом типе БСД обнаружено около 3 кг насекомых на 1 м².

Интересные данные получены при анализе разнообразия БСД в пределах бух. Сенная (рис. 39). На расстоянии около 400 м вдоль побережья бухты были обнаружены несколько характерных для этого сезона года БСД и их вариаций. Такие же наблюдения были сделаны вдоль побережья бух. Варначка (рис. 40). Разнообразие и обилие незахороненных БСД здесь оказались гораздо меньше, что, вероятно, прежде всего связано с другим типом грунта, особенностями вегетации макроводорослей в данном конкретном районе и большей открытостью для ветров юго-западного направления. В июне–июле 2010 г. здесь преобладали БСД захороненного типа (рис. 24).

Заключение

Первое комплексное экологическое исследование береговых скоплений (БС) заплесковой зоны оз. Байкал с акцентом на естественные для экосистемы озера скопления детрита позволило разработать классификацию БСД озера Байкал. В зависимости от типа грунта и ветро-волновой активности, БСД могут быть поверхностными (рис. 1–11; 13–15; 17–19; 39–41), либо захороненными (рис. 24; 25). В составе БСД в районе бух. Бол. Коты в летне-осенний период доминирует фитокомпонент.

Исключением является конец байкальской весны, когда скопления формируются за счёт отмерших имаго ручейников. Основу фитокомпонента составляют макроводоросли преимущественно короткого периода вегетации первых трёх растительных поясов (виды родов *Ulothrix*, *Draparnaldioides*, *Cladophora* Kuetz., *Tetraspora*, *Didymosphenia*) и цветковые гидрофиты, а также фрагментированные остатки наземных древесных и травянистых растений. Глубоководные многолетние виды макроводорослей встречаются в составе выбросов спорадически, их количество увеличивается к осени. Сырая масса растительного БСД варьировала от 4 до 37 кг/м² (в среднем 15,2 кг/м²; июнь – ноябрь 2011 г.). В конце весны – начале лета повсеместно вдоль побережья образуются БСД с доминированием отмерших имаго насекомых (имаго и личинок шкурки куколок ручейников, личинок шкурки амфипод, либо хирономид) (рис. 16–19). Соответственно, сезонная динамика состава и количественных характеристик БСД наиболее сильно зависит от жизненных циклов (в частности – пиков максимального развития и отмирания) массовых видов растений прибрежной зоны озера и в меньшей степени – массовых видов беспозвоночных. Отмечено ежегодное июньское повышение содержания улотриксовой составляющей БСД, связанное с поднятием уровня озера именно в этот период (рис. 32).

Приведённые в статье сведения послужат основой для дальнейшего междисциплинарного изучения заплесковой зоны Байкала и организации оптимальной схемы слежения за её состоянием.

Работы проведены в рамках госбюджетного проекта № VII–62–1–4 «Междисциплинарные исследования заплесковой зоны как важной составляющей литорали озера Байкал» (2010–2012 гг.) и частично поддержаны интеграционным проектом СО РАН № 49 «Разнообразие, биогеографические связи и история формирования биот долгоживущих озёр Азии» (2009–2011 гг.). Подготовка статьи частично поддержана проектом № 2012.08-2.2.9./1.5.4 «Комплексные междисциплинарные исследования происхождения, эволюции и современного состояния биот озера Байкал и горных озёр Байкальской рифтовой зоны». Авторы благодарны Е. М. Тимошкиной за англоязычный перевод, М. М. Пензиной за помощь в организации экспедиций, Д. Ю. Карнаухову за помощь в экспедиционных работах летом 2011 г. При проведении работ нам была оказана важная техническая поддержка со стороны А. Л. Новицкого.



Рис. 1. 1 – приурезовое скопление оторванных от субстрата талломов *Ulothrix zonata* и БСД преимущественно растительного происхождения (улотрикс) в районе пади Чёрная, бух. Бол. Коты, 25 июня 2011 г.; 2 – ежегодное естественное БСД смешанного происхождения (улотрикс и имаго ручейников, с примесью хвой сосны), незахороненного типа. 1 июля 2010 г., пляж севернее пади Чёрная

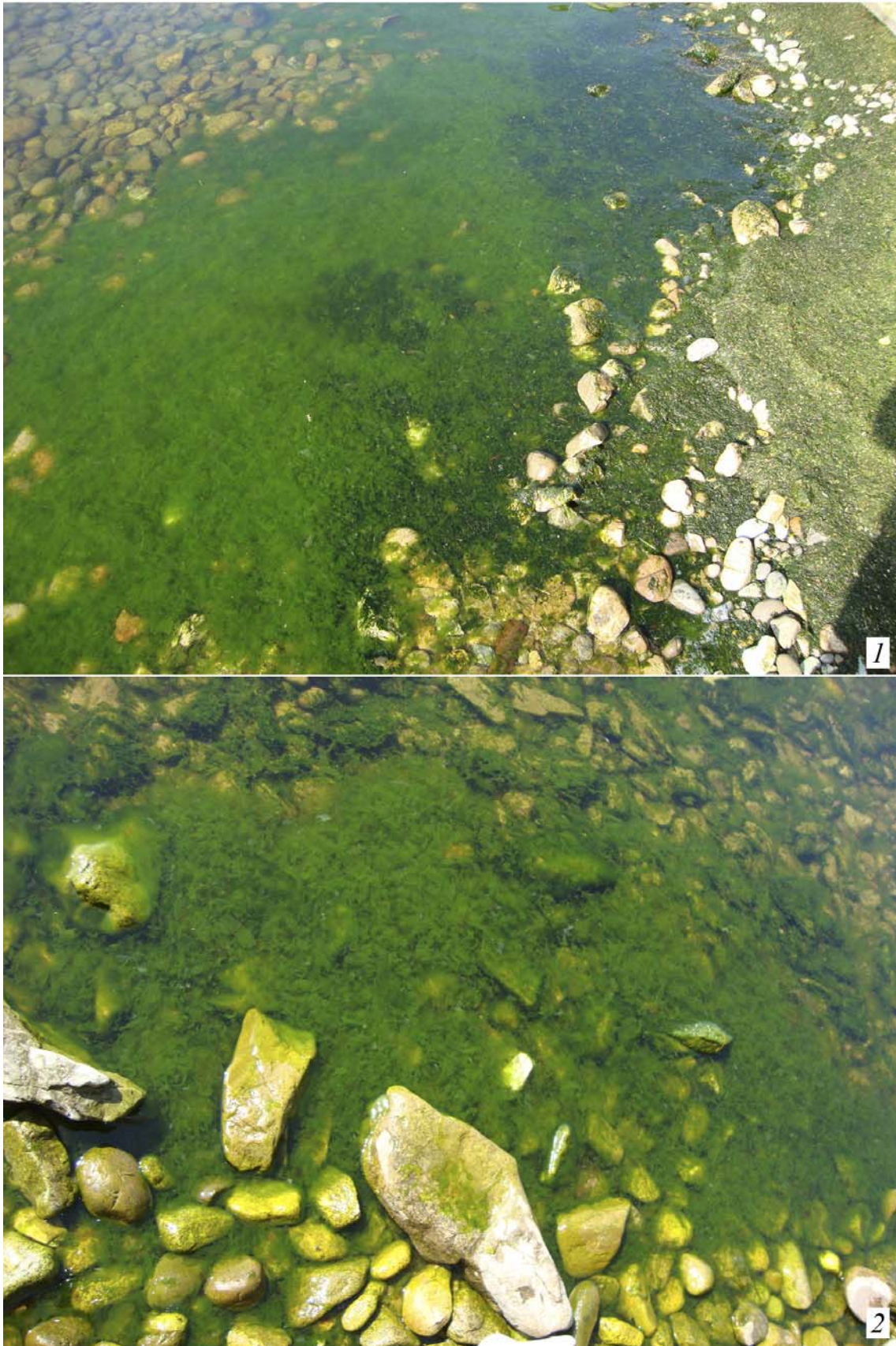


Рис. 2. 1–2 – ежегодное естественное БСД растительного происхождения (тетраспора и улотрикс), незатопленного типа (тёмно-зелёные пятна – улотрикс, светло-зелёные – тетраспора). 23 июля 2010 г., стационар ЛИН СО РАН, бух. Бол. Коты

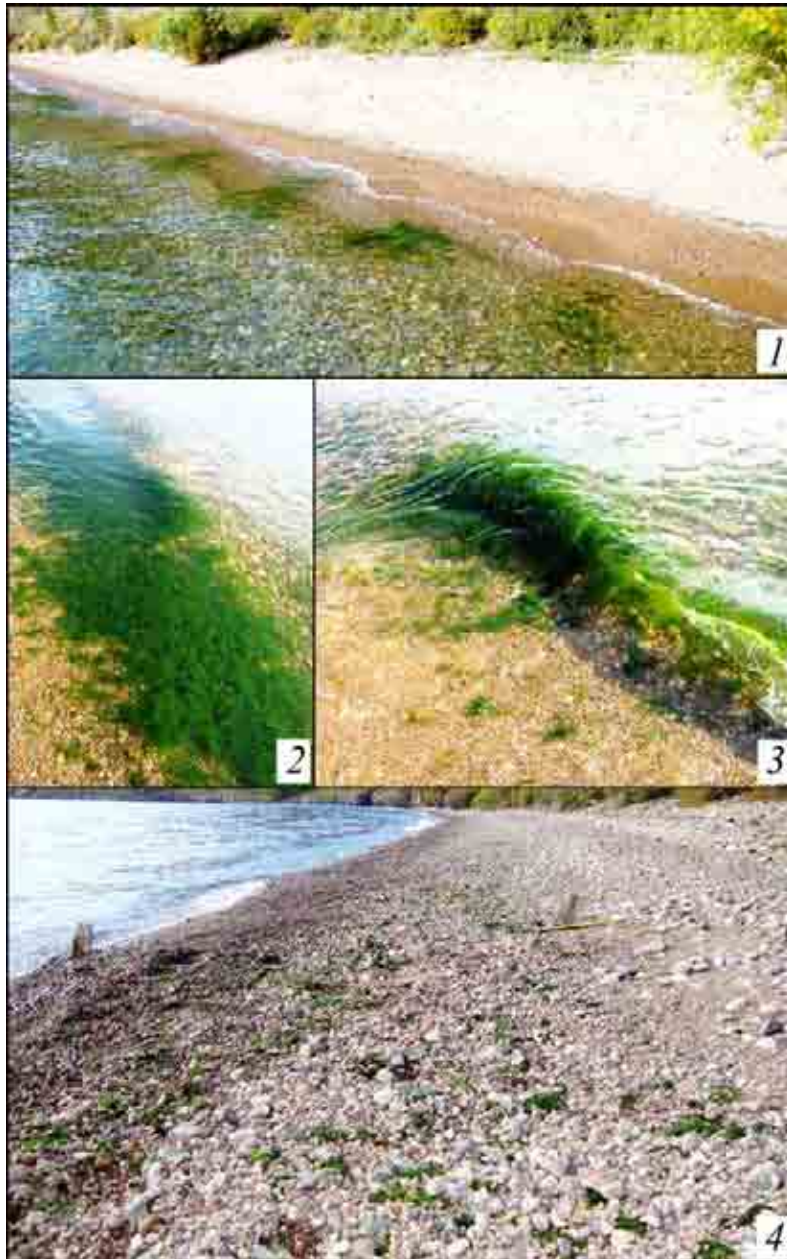


Рис. 3. 1–6 – ежегодное естественное БСД растительного происхождения (драпарнальдиоидес), незахороненного типа. 8 сентября 2011 г., падь Варначка, бух. Бол. Коты



Рис. 4. Наиболее типичное для побережья бух. Бол. Коты ежегодно образующееся БСД, в основном состоящее из водорослей *Draparnaldioides baicalensis*, с небольшой примесью других видов этого рода и других компонентов. 1–5 – внешний вид БСД и его фрагментов. Фото 1–4 сделаны 1, 6, 6, 7 сентября 2011 г., фото 5 – 10 ноября 2011 г., в период максимального развития БСД этого типа, когда его толщина достигает 15 см и более. Фото 1–3, 5 – против стационара ЛИН СО РАН; 4 – на пляже примерно в 300 м севернее пади Чёрная, бух. Бол. Коты

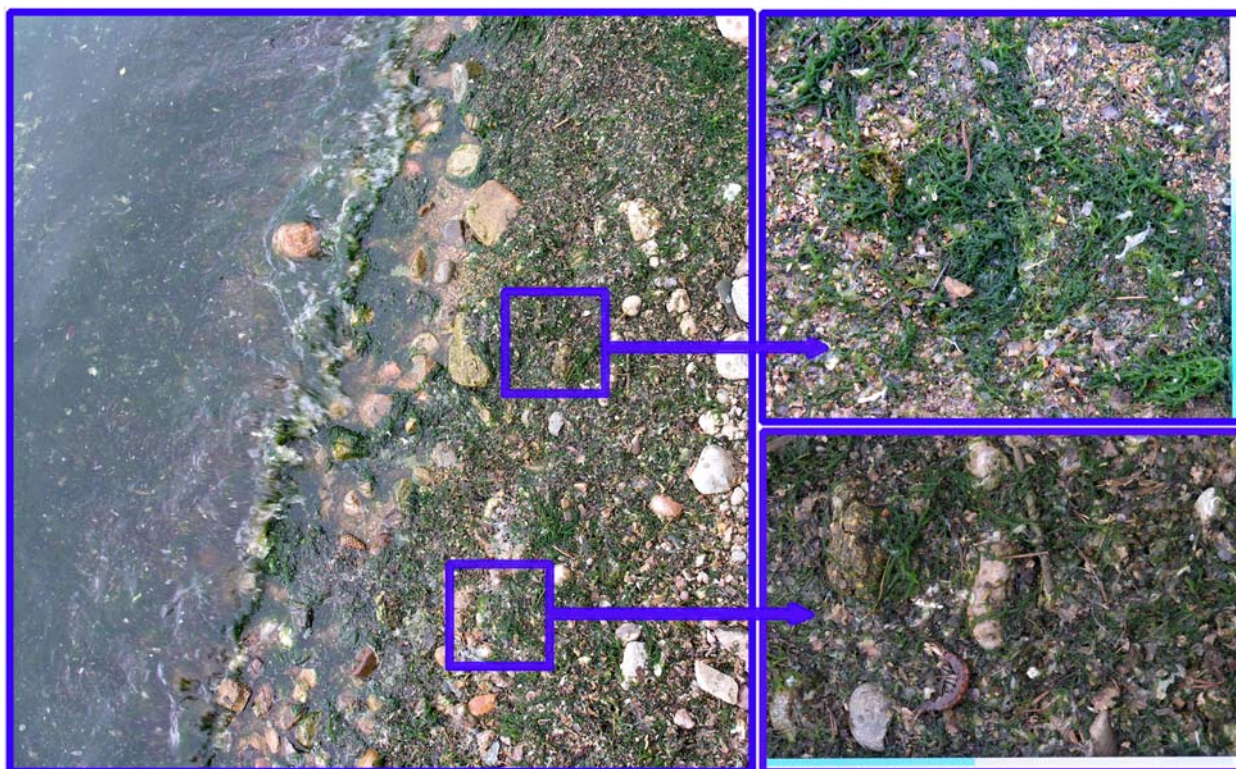


Рис. 5. Ежегодное естественное БСД преимущественно растительного происхождения. Состав БСД: зелёные макроводоросли рода *Draparnaldioides* (более 90 %), тетраспора, кладофора, растительный детрит, амфиподы. 24 июля 2009 г., бух. Бол. Коты, трансекта возле пирса, одноярусная галька, песок

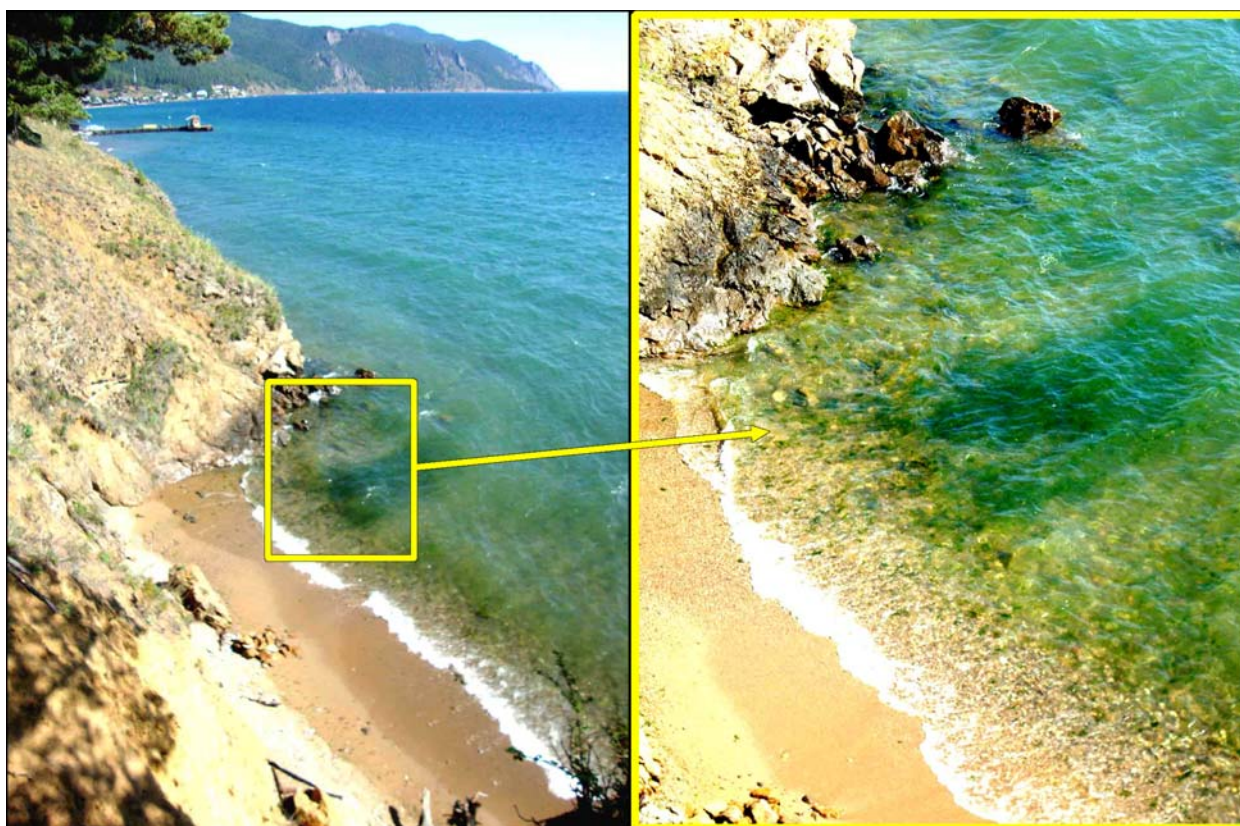


Рис. 6. Ежегодное естественное БСД растительного происхождения (драпарнальдиоидес и кладофора), типичное для небольших бухт и окрестностей пирсов. 3 сентября 2010 г., «Пещерка», бух. Бол. Коты



Рис. 7. Ежегодное естественное БСД растительного происхождения. 1 – полуразложившиеся талломы *Draparnaldioides baicalensis* в составе БСД, 1 сентября 2011 г., против стационара ЛИН СО РАН; 2 – наиболее распространенные компоненты захороненного БСД: крыло ночной бабочки и полуразложившийся таллом драпарнальдиоидес. 2 сентября 2010 г., падь Варначка



Рис. 8. Ежегодное естественное БСД растительного происхождения (элодея, ряска и др. высшие водные растения). 19 июня 2011 г., зал. Чивыркуйский, пос. Монахово



Рис. 9. Ежегодное естественное БСД растительного происхождения (хвоя и шишки сосны). 6 сентября 2011 г., бух. Коты



Рис. 10. Ежегодное естественное БСД растительного происхождения (пыльца сосны). 18 июня 2011 г., бух. Хоргойская, о. Ольхон, Малое Море

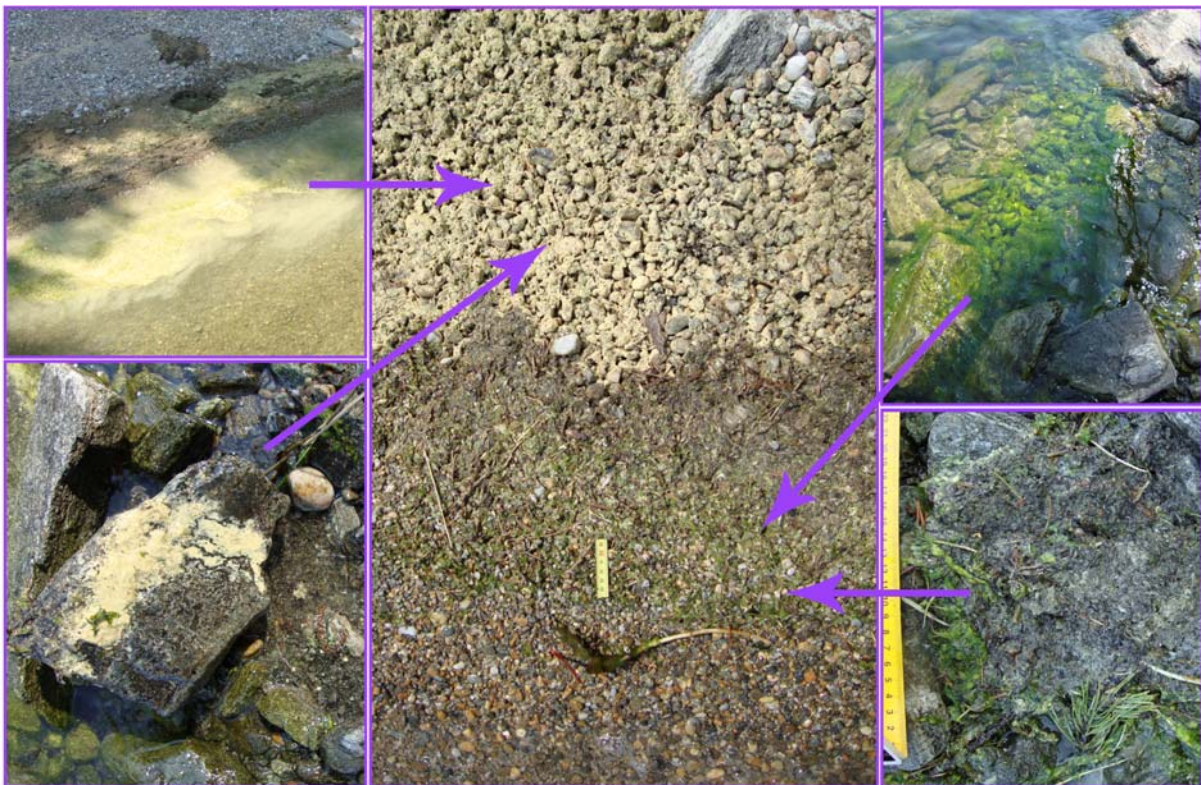


Рис. 11. Разнообразие БСД в бух. Фертик, зал. Чивыркуйский. 11 июня 2011 г.

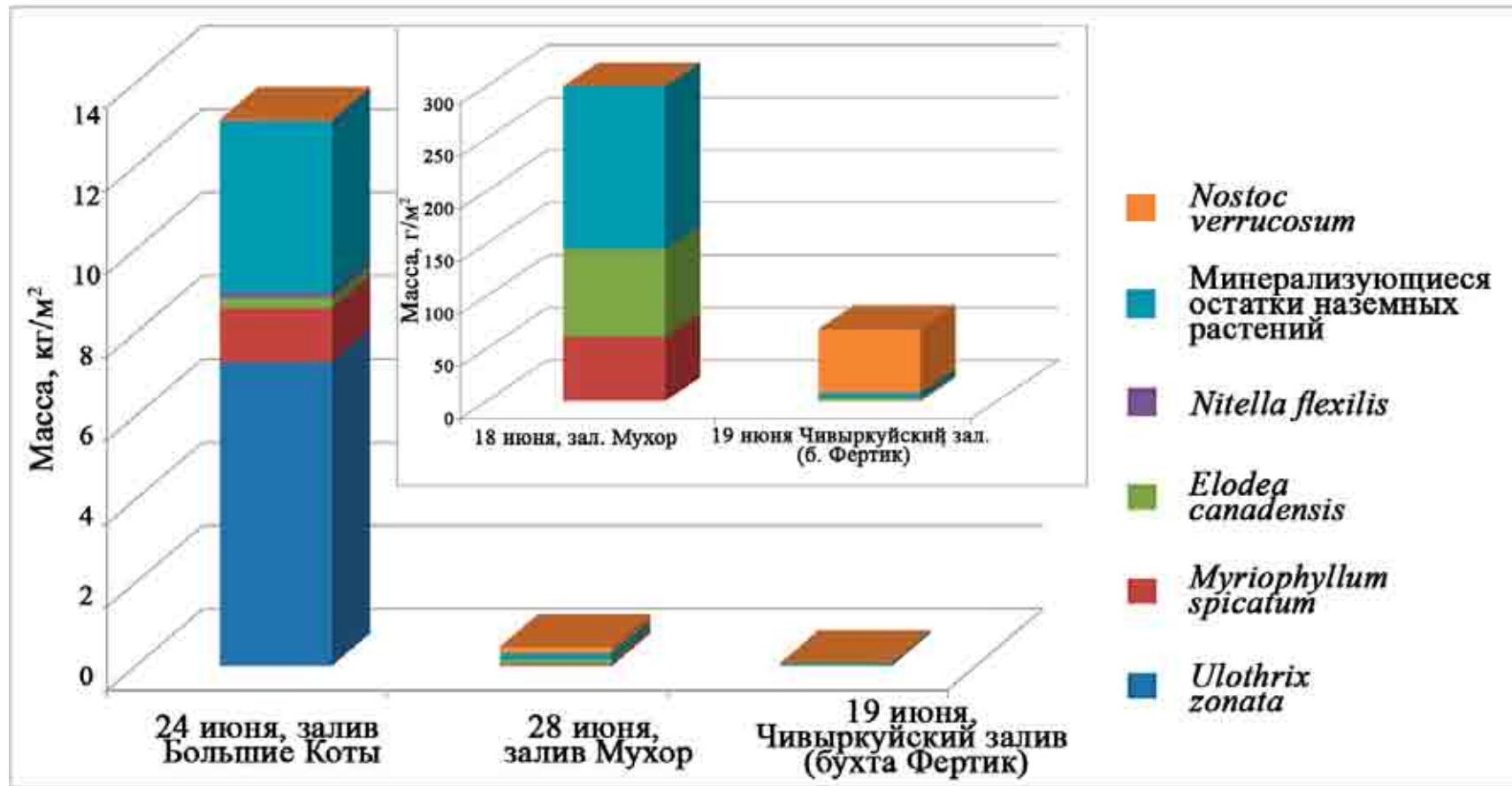


Рис. 12. Соотношение компонентов БСД растительного происхождения, выявленное в один сезон года в разных котловинах оз. Байкал. Составлено Е. А. Волковой



Рис. 13. Ежегодное естественное БСД в основном животного происхождения (линочные шкурки амфипод с примесью хвои и детрита). 8 сентября 2011 г., падь Варначка



Рис. 14. Ежегодное естественное БСД животного происхождения (линочные шкурки амфипод). 13 июня 2011 г., севернее м. Соболева (подобное БСД обнаружено в пади Варначка 22 июля 2010 г.)



Рис. 15. Ежегодное естественное БСД преимущественно животного происхождения (личинные шкурки амфипод, раковины моллюсков, макроводоросли, древесный уголь) (1), с примесью бытового мусора (2). 18 июня 2011 г., бух. Хоргойская, о. Ольхон, Малое Море

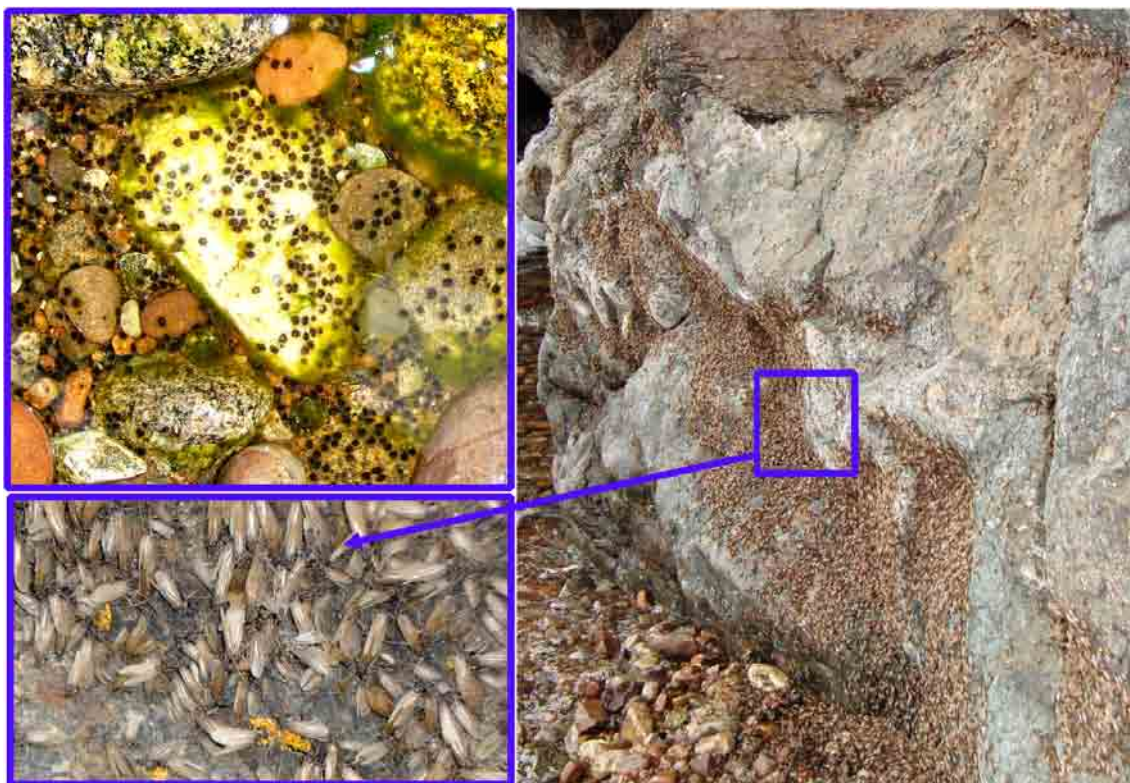


Рис. 16. Ежегодный массовый вылет имаго ручейников и их кладки. 24–26 июня 2010 г., бух. Бол. Коты

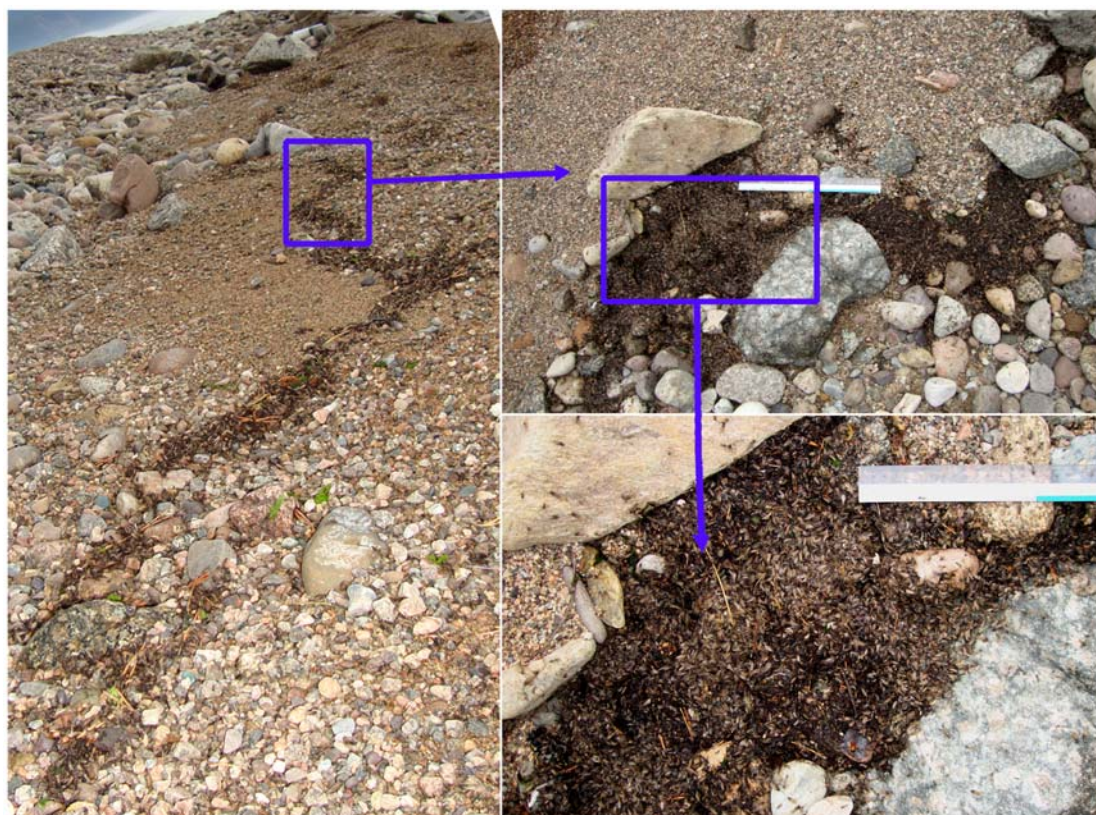


Рис. 17. Ежегодное БСД преимущественно животного происхождения (имаго ручейников с незначительной примесью улотрикса и растительного детрита). 26 июня 2010 г., пляж севернее пади Чёрная



Рис. 18. Естественное БСД преимущественно животного происхождения (имаго ручейников) с примесью детрита, высшей наземной растительности (хвоя, шишки, мелкие ветки сосны и других деревьев), внешний вид пляжа и место отбора пробы (первая лунка). 25 июня 2011 г., падь Чёрная, бух. Бол. Коты



Рис. 19. Ежегодное естественное БСД животного происхождения (имаго хирономид). 19 июня 2011 г., бух. Фертик, зал. Чивыркуйский

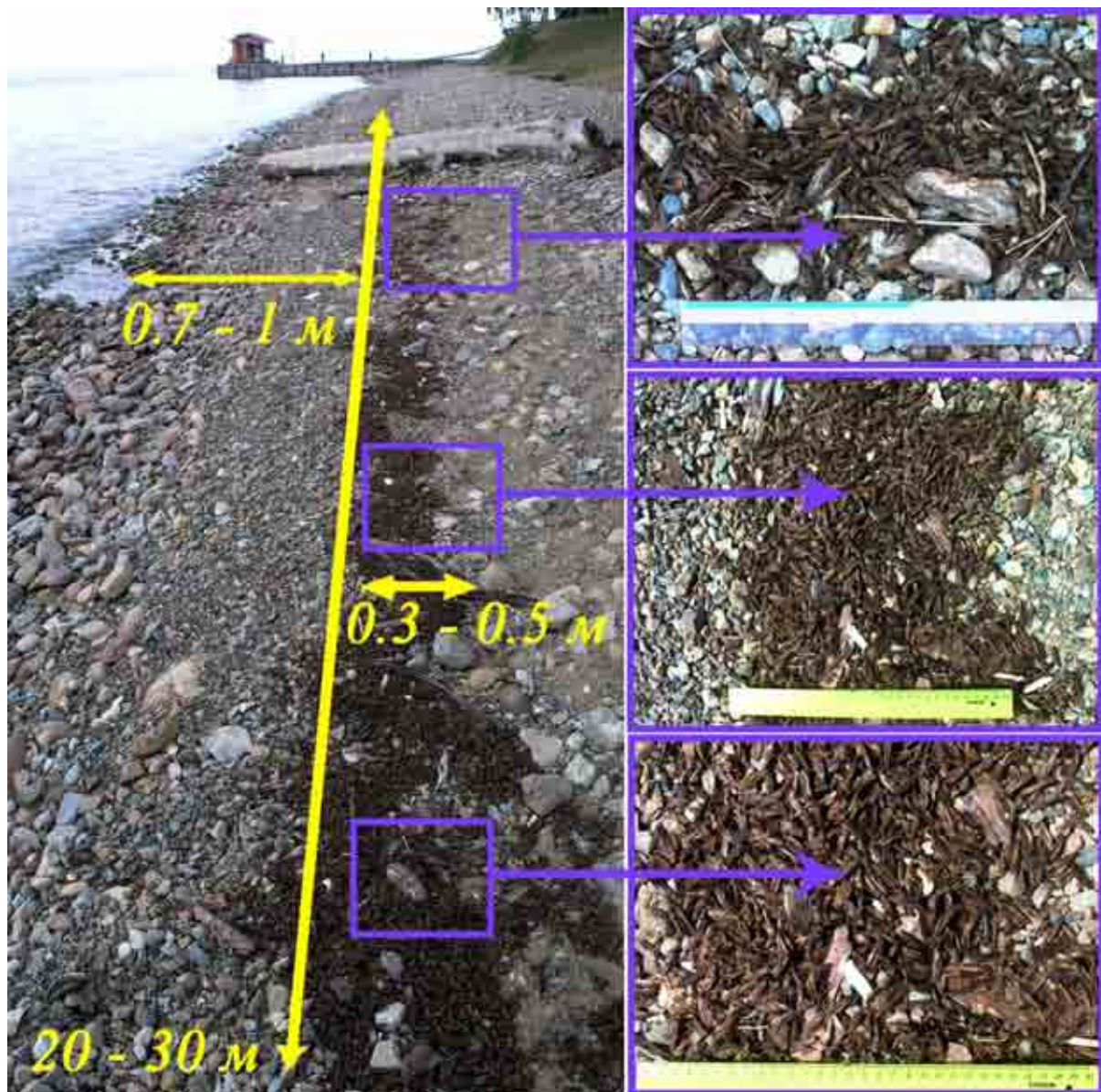


Рис. 20. Эпизодическое естественное БСД животного происхождения (кобылки). 24 июля 2009 г., бух. Бол. Коты



Рис. 21. БС антропогенного происхождения. 1 – БС смешанного происхождения, 1 сентября 2011 г., против стационара ЛИН СО РАН, бух. Бол. Коты (окурки, пластиковая обертка, наплыв рыболовных сетей, лоскуты ткани); 2–4 – ассортимент твердых бытовых отходов в составе БС антропогенного происхождения: 2 сентября 2011 г., левее пирса ЛИН СО РАН, бух. Бол. Коты, заплесковая зона (площадка 3 × 3 м) (2); 7 сентября 2011 г., пляж севернее пади Чёрная, бух. Бол. Коты (3, 4)



Рис. 22. Пояс *Ulothrix zonata* против стационара ЛИН СО РАН в бух. Бол. Коты. 22 июня 2007 г., очень низкий уровень воды (урез находится на расстоянии около 11 м от основания склона)



Рис. 23. Оторванные от субстрата скопления нитей улотрикса на поверхности воды; 23 июля 2010 г., примерно 200 м южнее стационара ЛИН СО РАН, зал. Бол. Коты. На правой врезке – фото от 2 августа 2011 г., трансекта 2, место то же



Рис. 24. Последовательные стадии снятия верхних слоев грунта в месте отбора проб интерстициальной воды для измерения гидрохимических, микробиологических и биогеохимических показателей и ежегодное естественное БСД растительного происхождения захороненного типа с доминированием улотрикса. 22 июля 2010 г., падь Варначка, зал. Бол. Коты

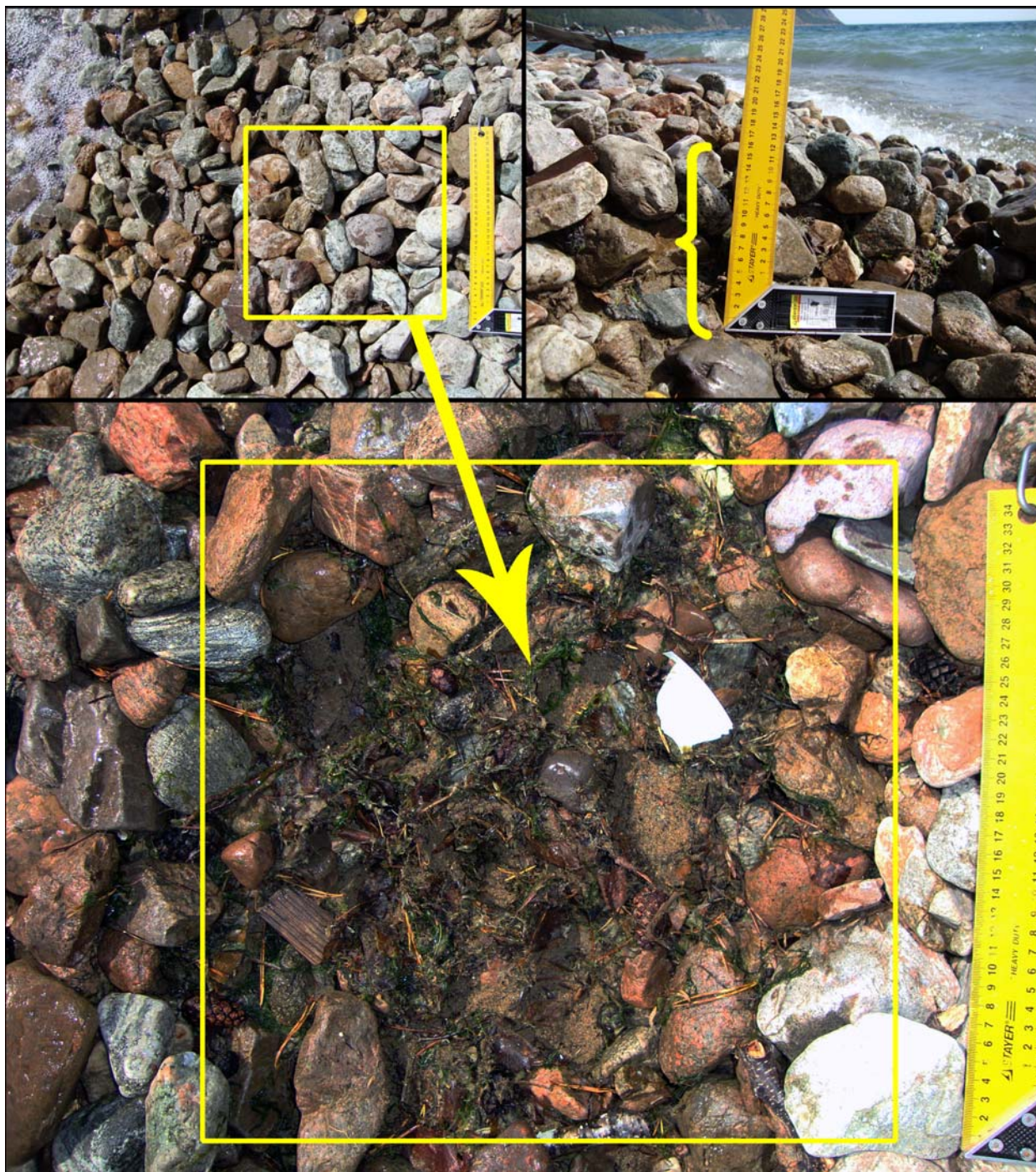


Рис. 25. Последовательные стадии снятия верхних слоев грунта в месте отбора проб интерстициальной воды для измерения гидрохимических, микробиологических и биогеохимических показателей и ежегодное естественное БСД растительного происхождения (драпарнальдиоидес; пыльца, шишки, и др. остатки хвойных), захороненного типа. 9 сентября 2011 г., стационар ЛИН СО РАН (левее пирса), бух. Бол. Коты

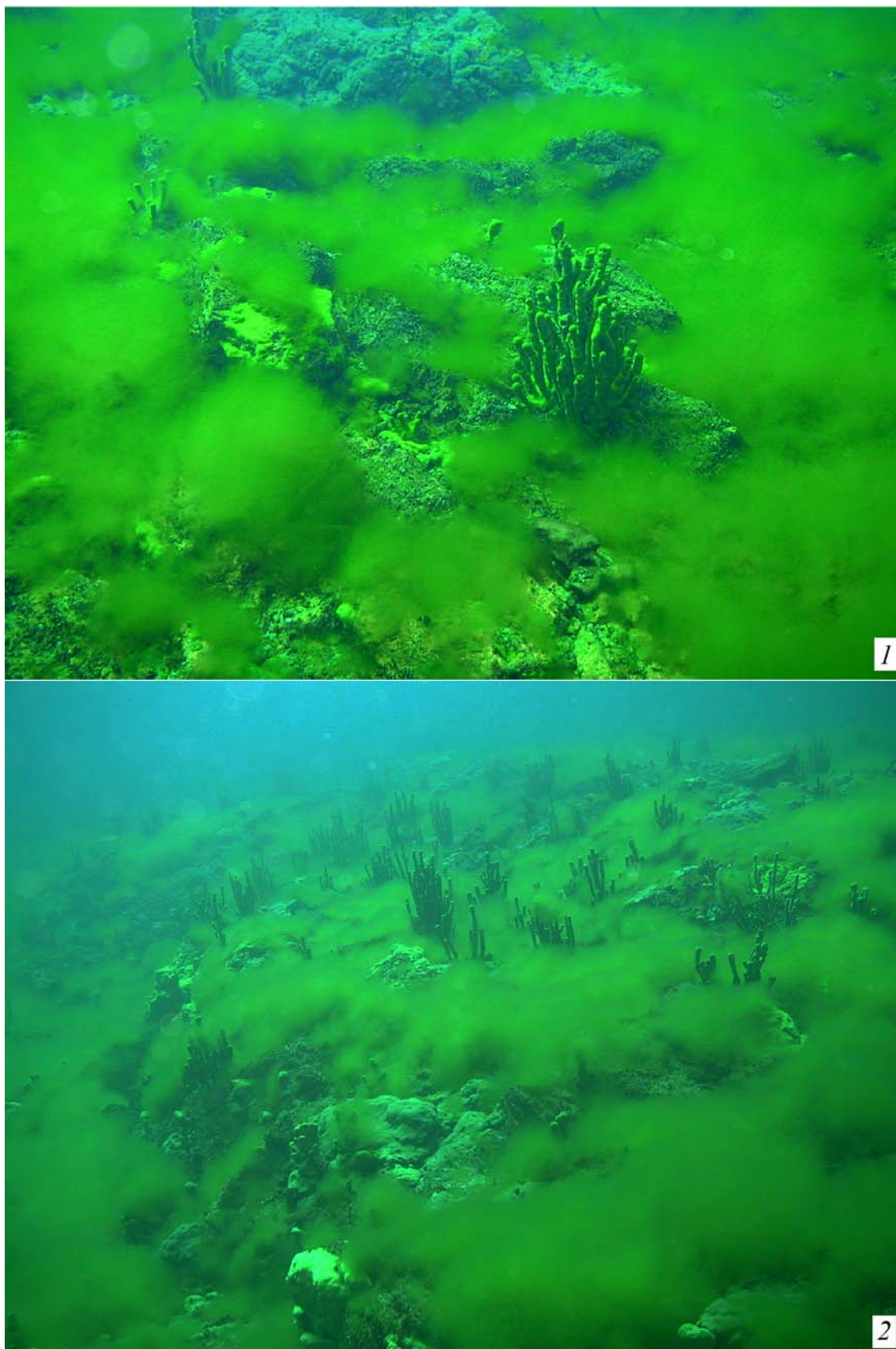


Рис. 26. Массовая вегетация макроводорослей рода *Draparnaldioides*. 29 июня 2005 г., гидробиологический полигон ЛИИ СО РАН у мыса Берёзовый

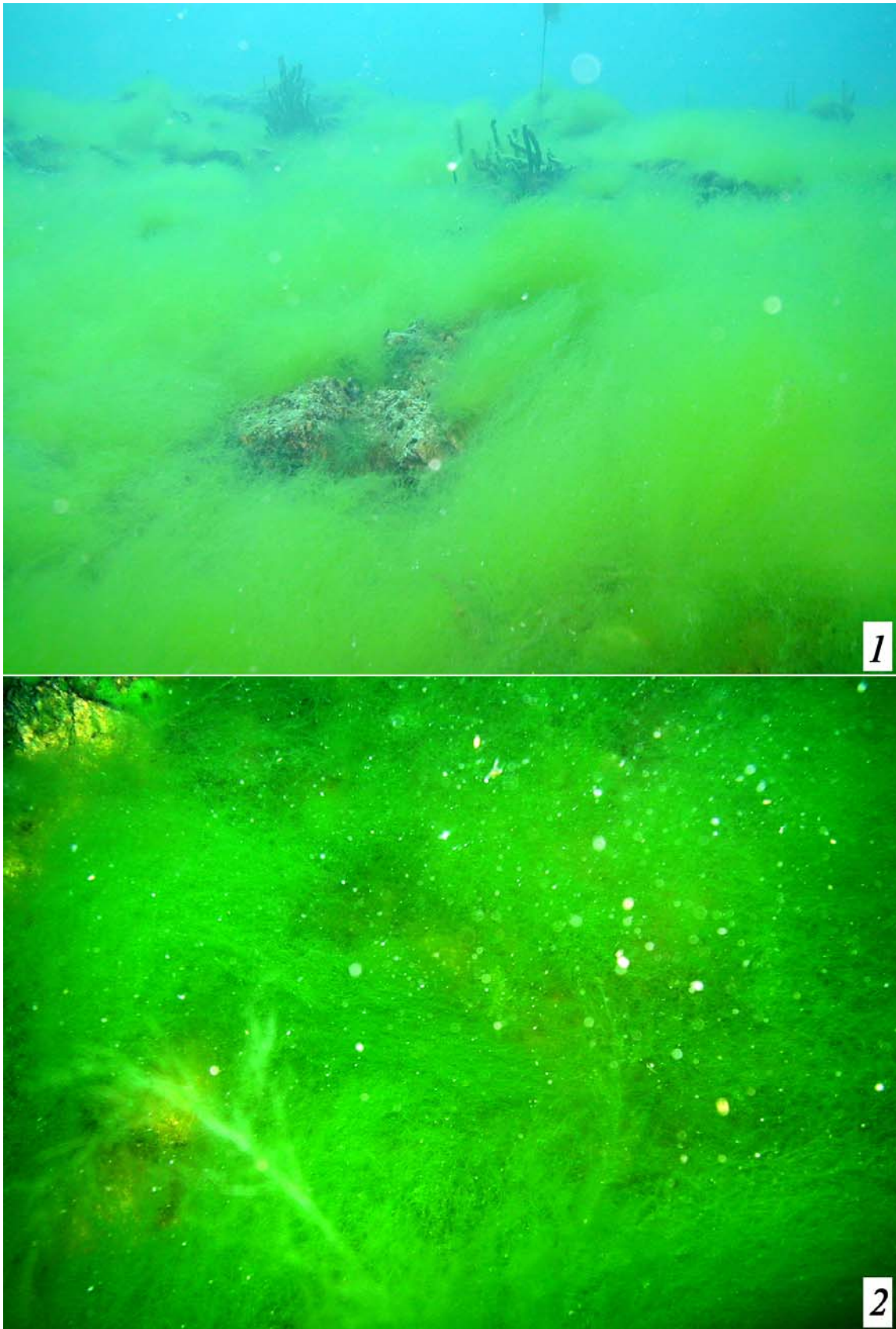


Рис. 27. Массовая вегетация макроводорослей рода *Draparnaldioides* и других нитчаток. 29 июня 2005 г., гидробиологический полигон ЛИИ СО РАН у мыса Берёзовый

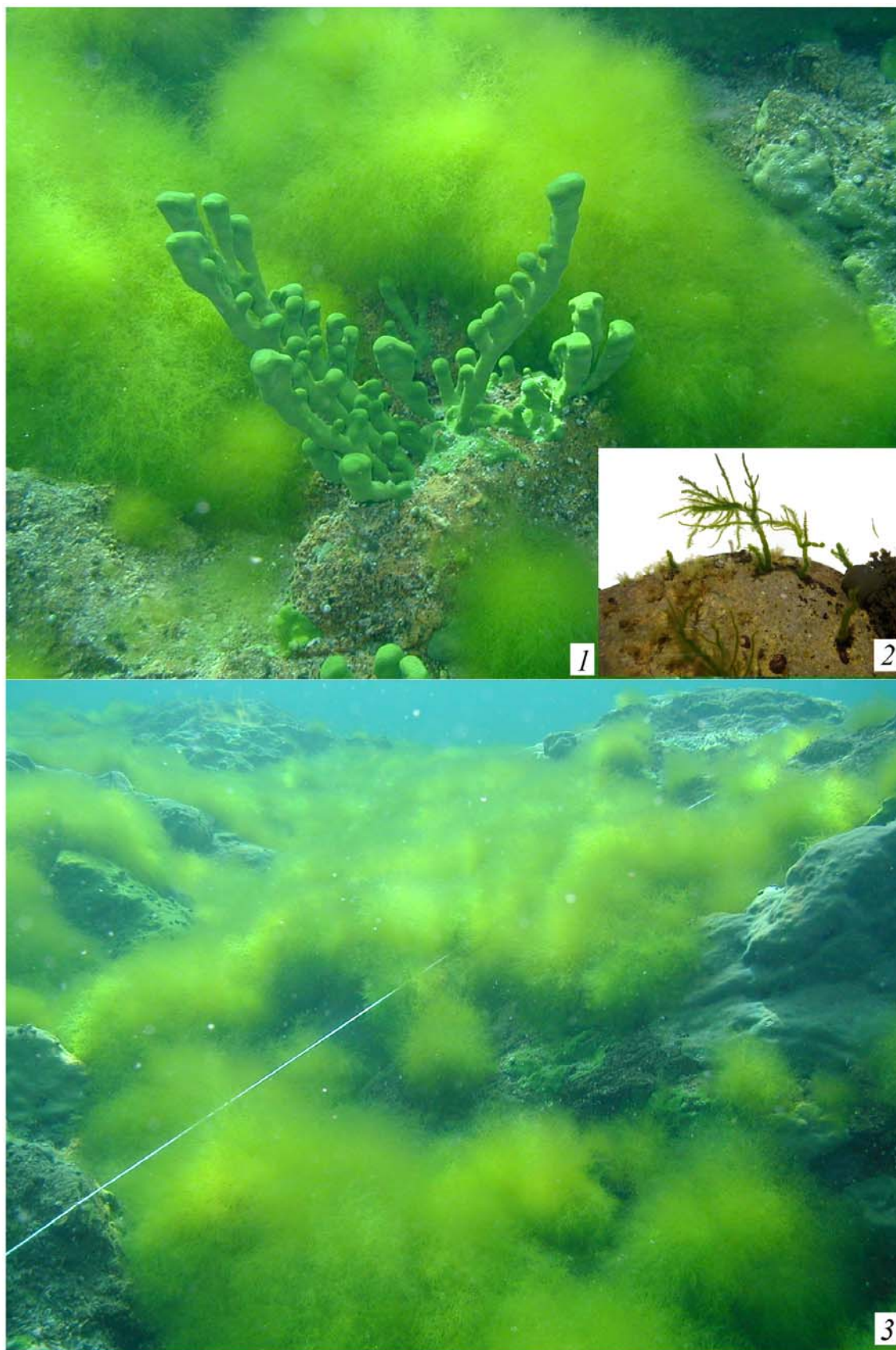


Рис. 28. Массовая вегетация макроводорослей рода *Draparnaldioides*: 1 – 6 июля 2006 г., бух. Бол. Коты, трансекта (примерно 20 м южнее стационара ЛИН СО РАН, станция 1.3); 2 – 2 августа 2011 г., против стационара ЛИН СО РАН, молодые талломы *in situ*; 3 – 6 июля 2006 г., бух. Бол. Коты, трансекта

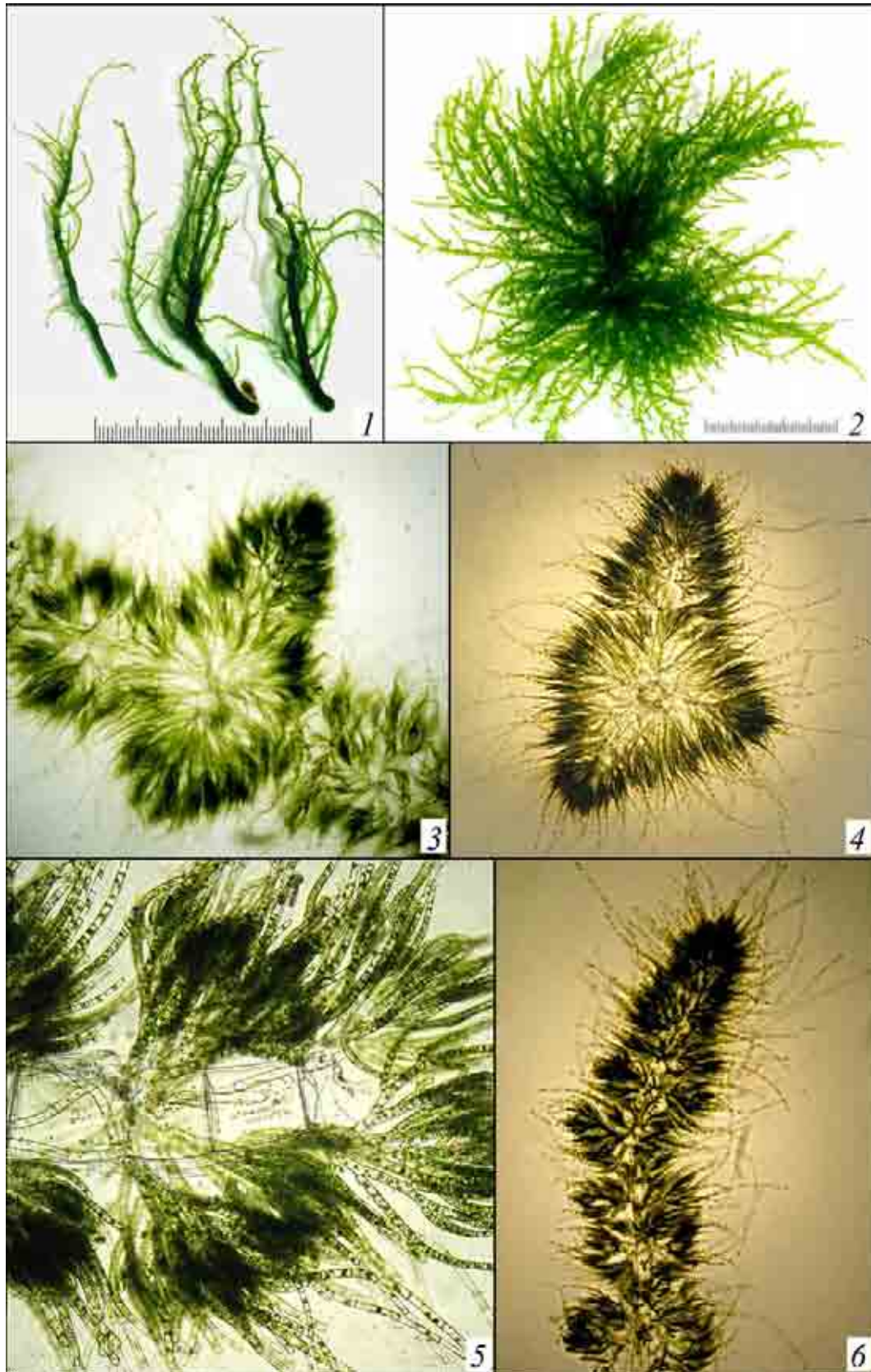


Рис. 29. Внешний вид доминирующих макроводорослей из БСД в районе стационара ЛИН СО РАН в пос. Бол. Коты. 1–6 – *Draparnaldioides baicalensis*: молодые (1) и зрелые (2) талломы, поперечный срез таллома (4), а также прижизненные фотографии разных участков таллома при разных увеличениях (3, 5–6). 2 августа 2011 г., у пирса. Цена минимального деления 1 мм. Фото О.А. Тимошкина, В. С. Вишнякова. Определение В. С. Вишнякова

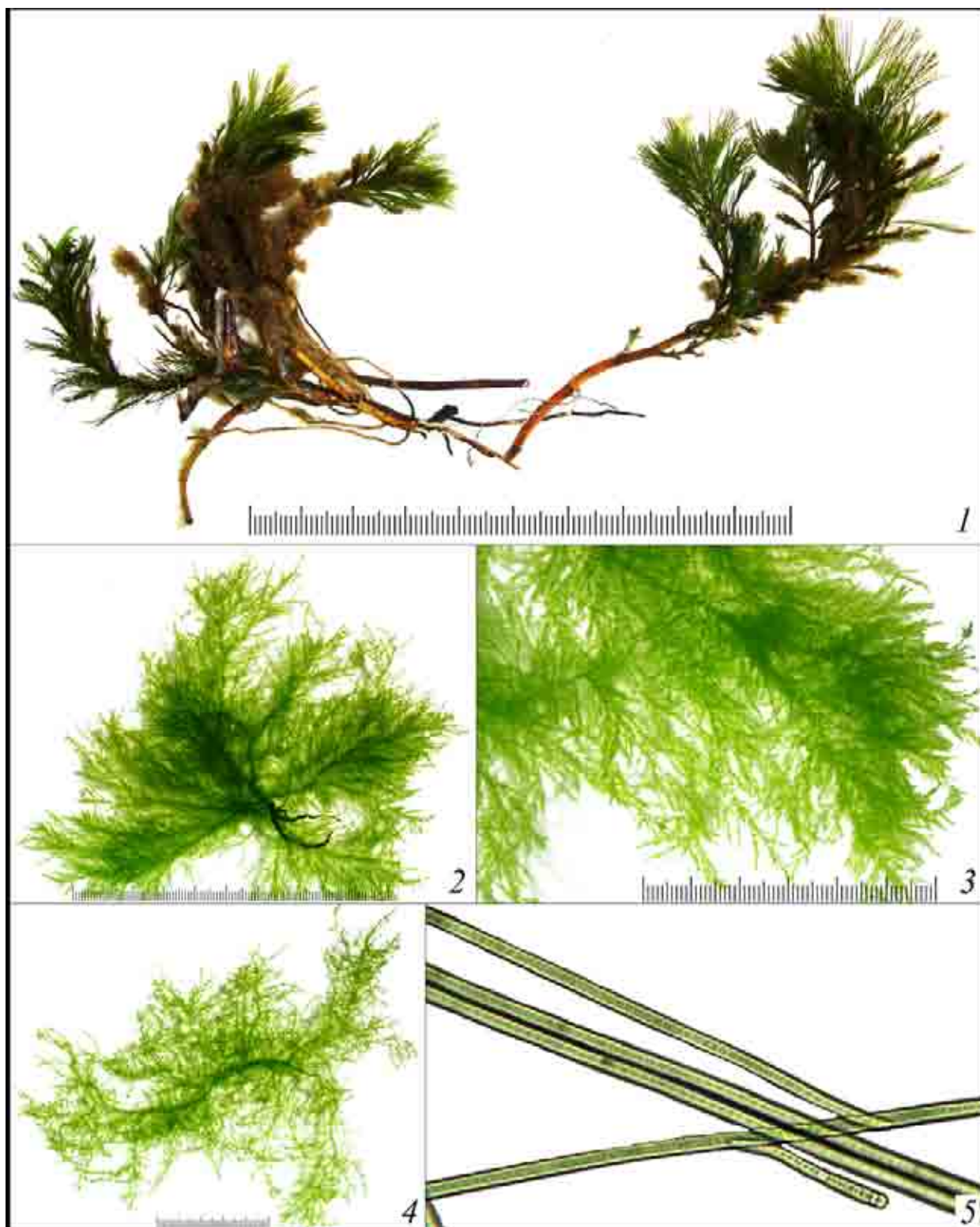


Рис. 30. Внешний вид доминирующих макроводорослей и цветковых гидрофитов из БСД в районе стационара ЛИН СО РАН в пос. Бол. Коты. 1 – *Myriophyllum spicatum* с колониями эпифитирующей водоросли *Didymosphenia geminata*, 2, 3 – *Draparnaldioides arenaria*, 4 – *Ireksokonia formosa*, 5 – *Phormidium* sp. 2 августа 2011 г., у пирса. Цена минимального деления 1 мм. Фото О. А. Тимошкина, В. С. Вишнякова. Определение В. С. Вишнякова



Рис. 31. Внешний вид доминирующих макроводорослей из БСД в районе стационара ЛИН СО РАН в пос. Бол. Коты. *Draparnaldioides arenaria*: разные участки таллома при разных увеличениях. 2 августа 2011 г., у пирса. Фото В. С. Вишнякова, О.А. Тимошкина. Определение В. С. Вишнякова

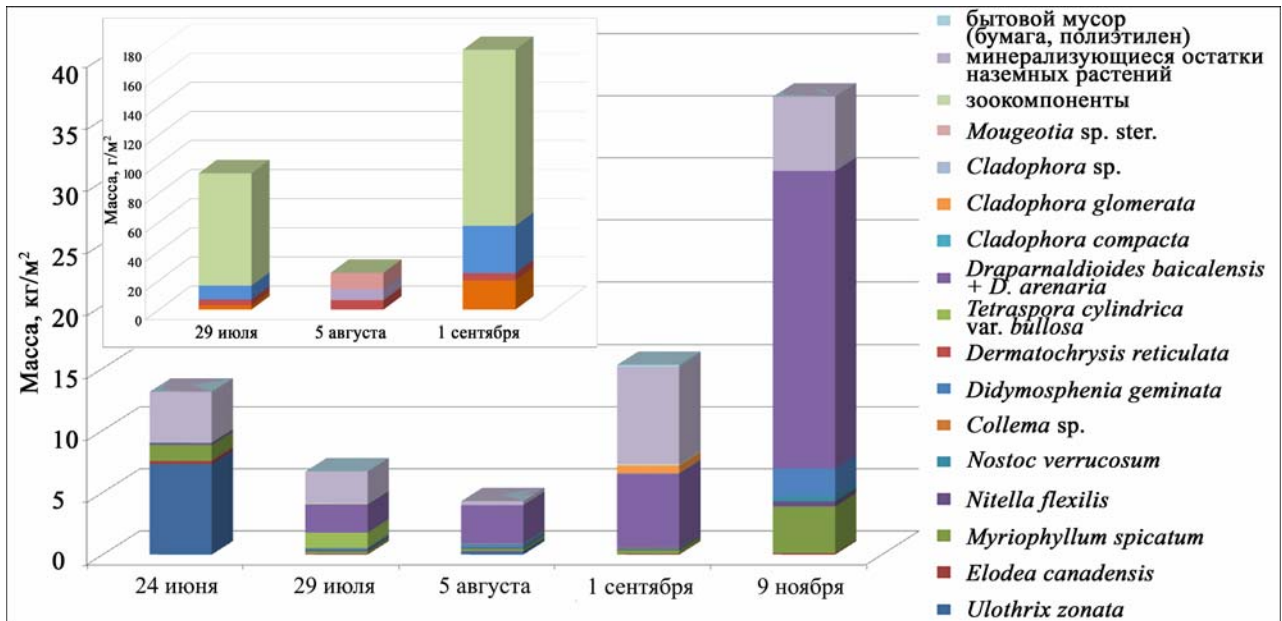


Рис. 32. Сезонная динамика основных компонентов БСД и их биомассы в бух. Бол. Коты (против стационара ЛИН СО РАН) в 2011 г. Составлено Е. А. Волковой



Рис. 33. Внешний вид доминирующих макроводорослей из БСД в районе стационара ЛИН СО РАН в пос. Бол. Коты. 1, 2 – *Cladophora glomerata*, 2 августа 2011 г., у пирса. Цена минимального деления 1 мм. Фото О.А. Тимошкина, В. С. Вишнякова. Определение В. С. Вишнякова



Рис. 34. Массовая вегетация *Cladophora glomerata*, глубина 1,1 м, около 10 м от уреза, трансекта в районе стационара ЛИН СО РАН в пос. Бол. Коты. 9 сентября 2011 г. Фото О.А. Тимошкина. Определение В. С. Вишнякова

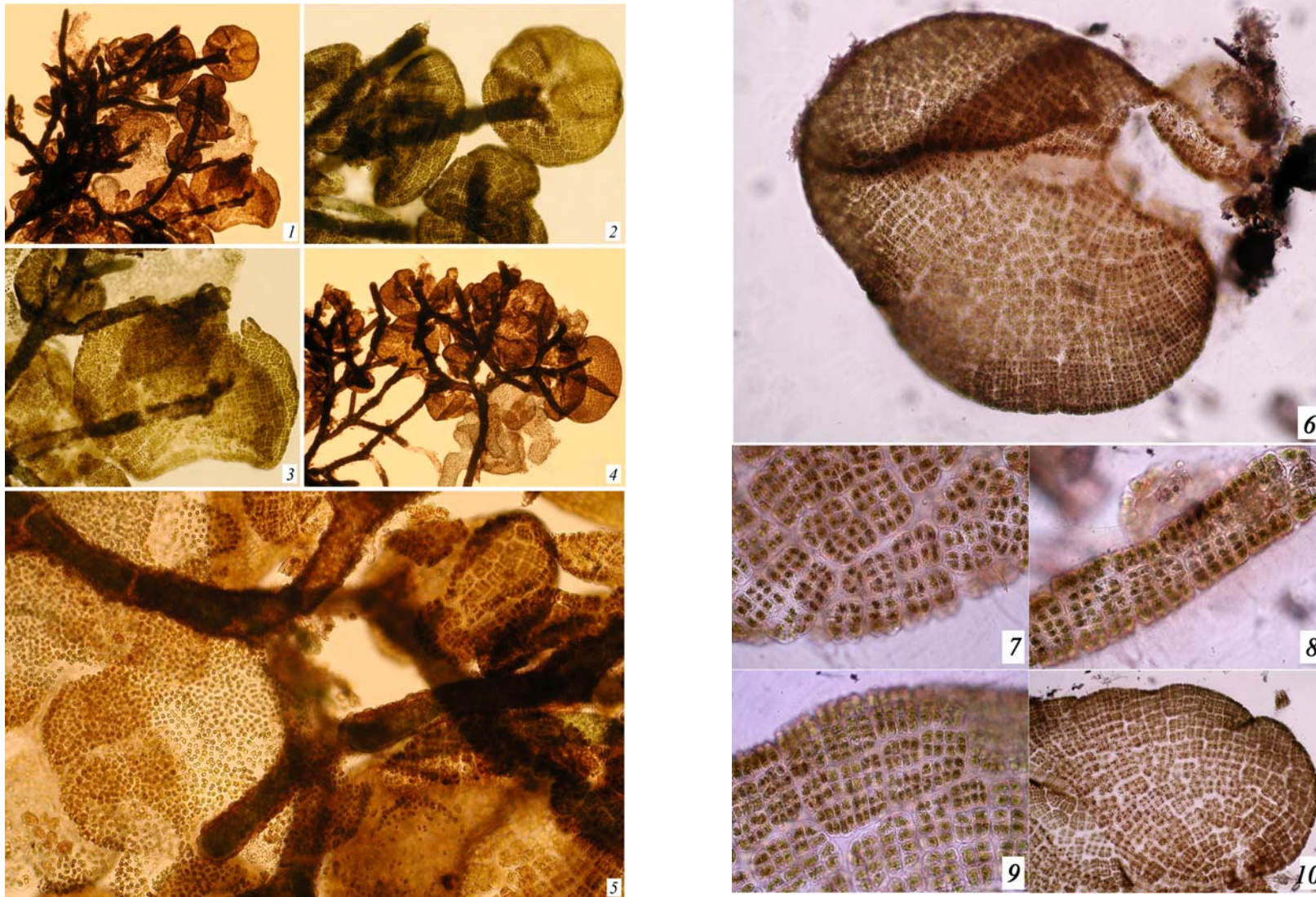


Рис. 35. 1–10 – золотистые водоросли *Phaeoplaca baicalensis* и *Dermatochrysis* (?) sp. (колония этой водоросли хорошо видна на врезке 5, слева) на ветвях *Cladophora glomerata*, фото сделаны при разных увеличениях. 10 ноября 2011 г., бух. Бол. Коты, макроводоросли выбраны из БСД против стационара ЛИН СО РАН (внешний вид БСД см. рис. 4: 3, 5). Фото Е. А. Волковой, В. С. Вишнякова. Определение В. С. Вишнякова

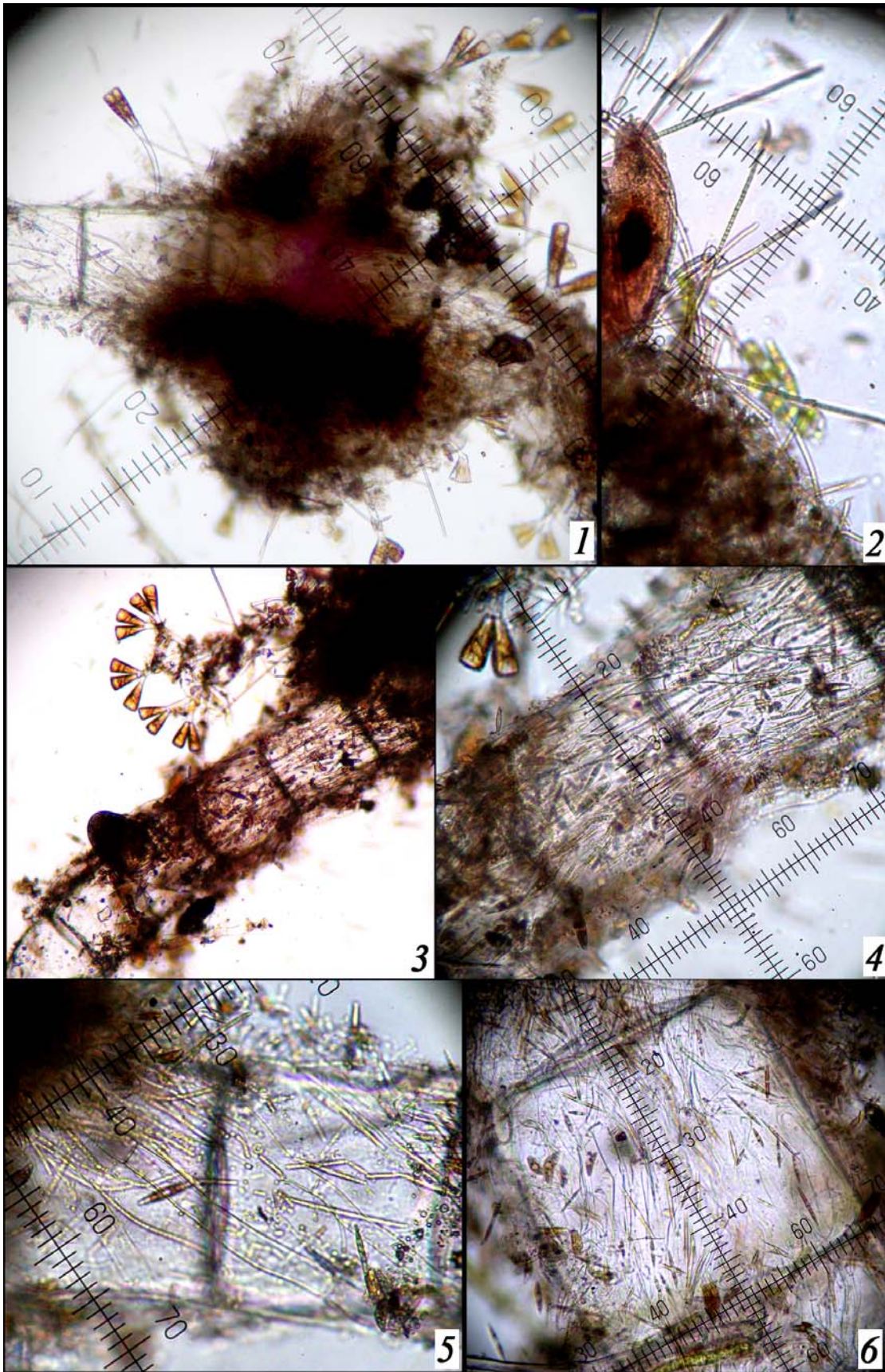


Рис. 36. Мертвые талломы *Draparnaldioides baicalensis* с обильно вегетирующими эпифитами – циано-прокариотами рода *Phormidium* и диатомовыми. 3 сентября 2011 г., бух. Бол. Коты, падь Варначка. Образцы собраны с камней, поднятых водолазом с гл. 3–5 м. Фото О. А. Тимошкина, В. С. Вишнякова

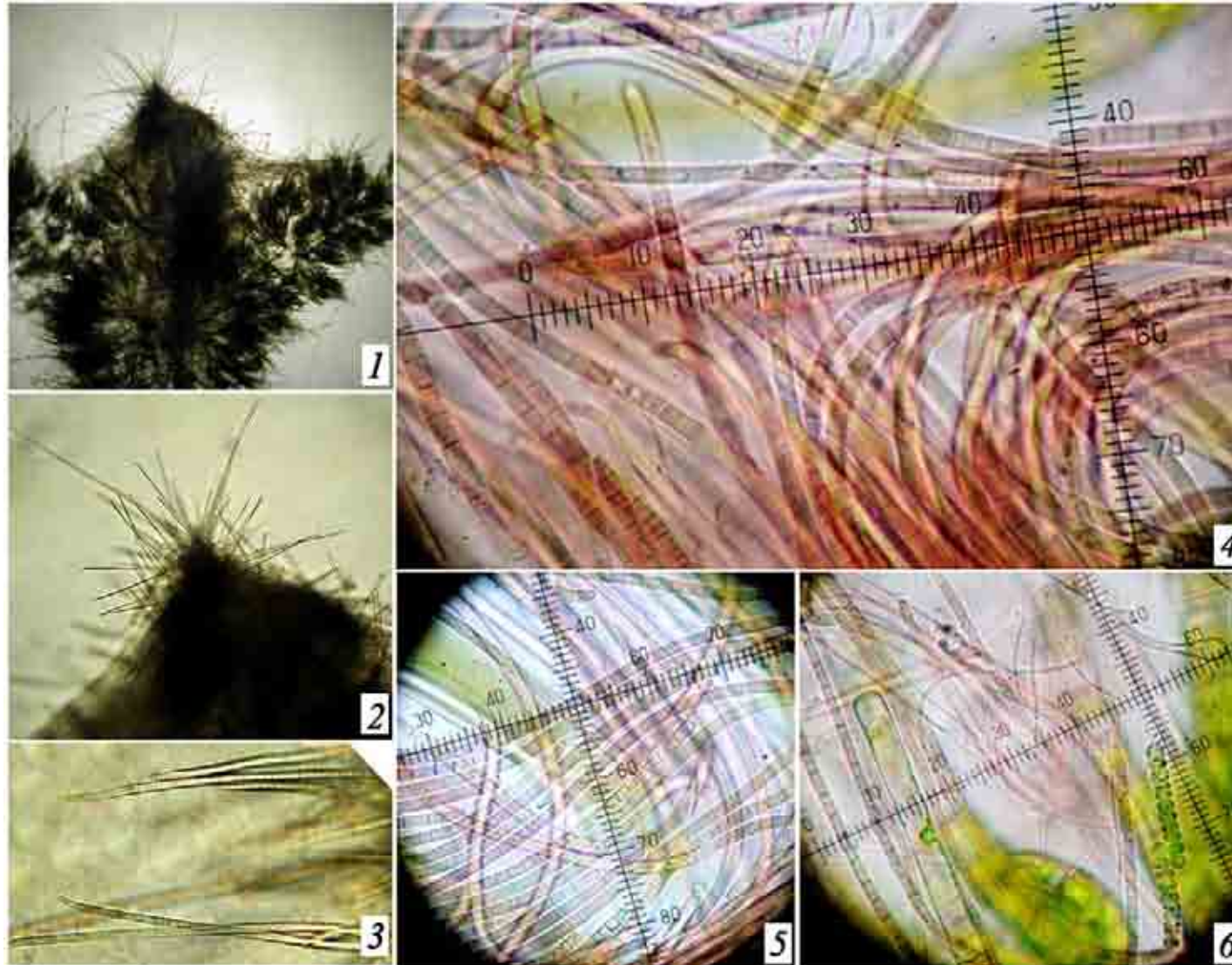


Рис. 37. Талломы *Draparnaldioides baicalensis* с обильно вегетирующими эпифитами (цианопрокариотами) из БСД в районе стационара ЛИН СО РАН в пос. Бол. Коты. 1, 2, 3 – 2 августа 2011 г., у пирса. 3, 4, 5 – 7 сентября 2011 г., пляж севернее пади Чёрная. Цена минимального деления 2,5 мкм. Фото О. А. Тимошкина, В. С. Вишнякова. Определение В. С. Вишнякова

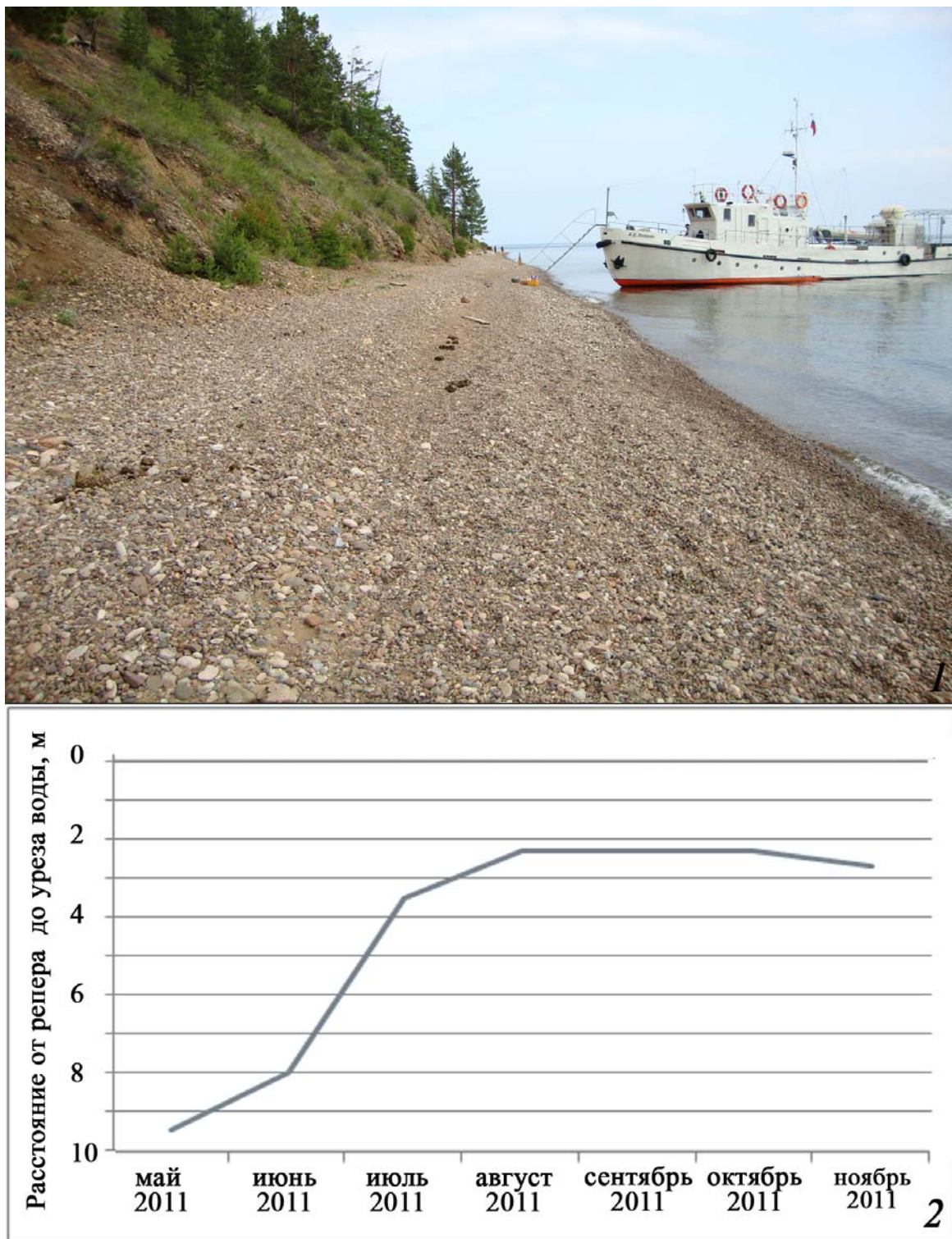


Рис. 38. Побережье бух. Бол. Коты. 1 – внешний вид зоны заплеска, одна из стандартных станций наблюдения, 22 июля 2010 г., падь Варначка; 2 – график изменения уровня воды в бух. Бол. Коты с мая по ноябрь в 2011 г.



Рис. 39. Разнообразие ежегодных естественных БСД в пределах побережья отдельно взятой бухты на примере бух. Сенной, 27 июня 2011 г. БСД преимущественно растительного происхождения: 1, 8 – шишки сосны, ветки деревьев, с примесью конского навоза; 2 – улотрикс, носток, дидимосфения, с примесью имаго ручейников и личинных шкурки амфипод; 5 – улотрикс, уруть, с примесью хвои сосны и личинных шкурки амфипод. БСД животного происхождения: 3 – имаго ручейников; 4 – губка *Lubomirskia baikalensis* с примесью имаго ручейников. БСД смешанного происхождения: 6 – улотрикс, дидимосфения, имаго ручейников и боярышницы; 7 – улотрикс, дидимосфения, носток, листья берёзы, имаго ручейников и личинные шкурки амфипод



Рис. 40. 1, 2 – внешний вид заплесковой зоны и пляжа в районе пади Варначка. Пляж является одним из наиболее популярных мест летнего отдыха в бух. Бол. Коты. 3–8 – разнообразие летних БСД (27 июня 2011 г.) в пределах побережья одной бухты. Практически во всех выбросах присутствуют следующие компоненты: улотрикс, имаго ручейников и личинные шкурки ручейников (3–5; 7), а также губки (3), древесная щепа (3–5; 7), уреть (6) и наземные мхи (8). Фото О. А. Тимошкина, Д. Карнаухова



Рис. 41. 1–4 – разнообразие выбросов в районе пади Варначка, 8 сентября 2011 г. 1, 2 – выброшенные прибоем талломы *Draparnaldioides baicalensis* и *D. arenaria*; 3 – личинные шкурки амфипод и хвойный опад; 4 – губки и шишки сосны

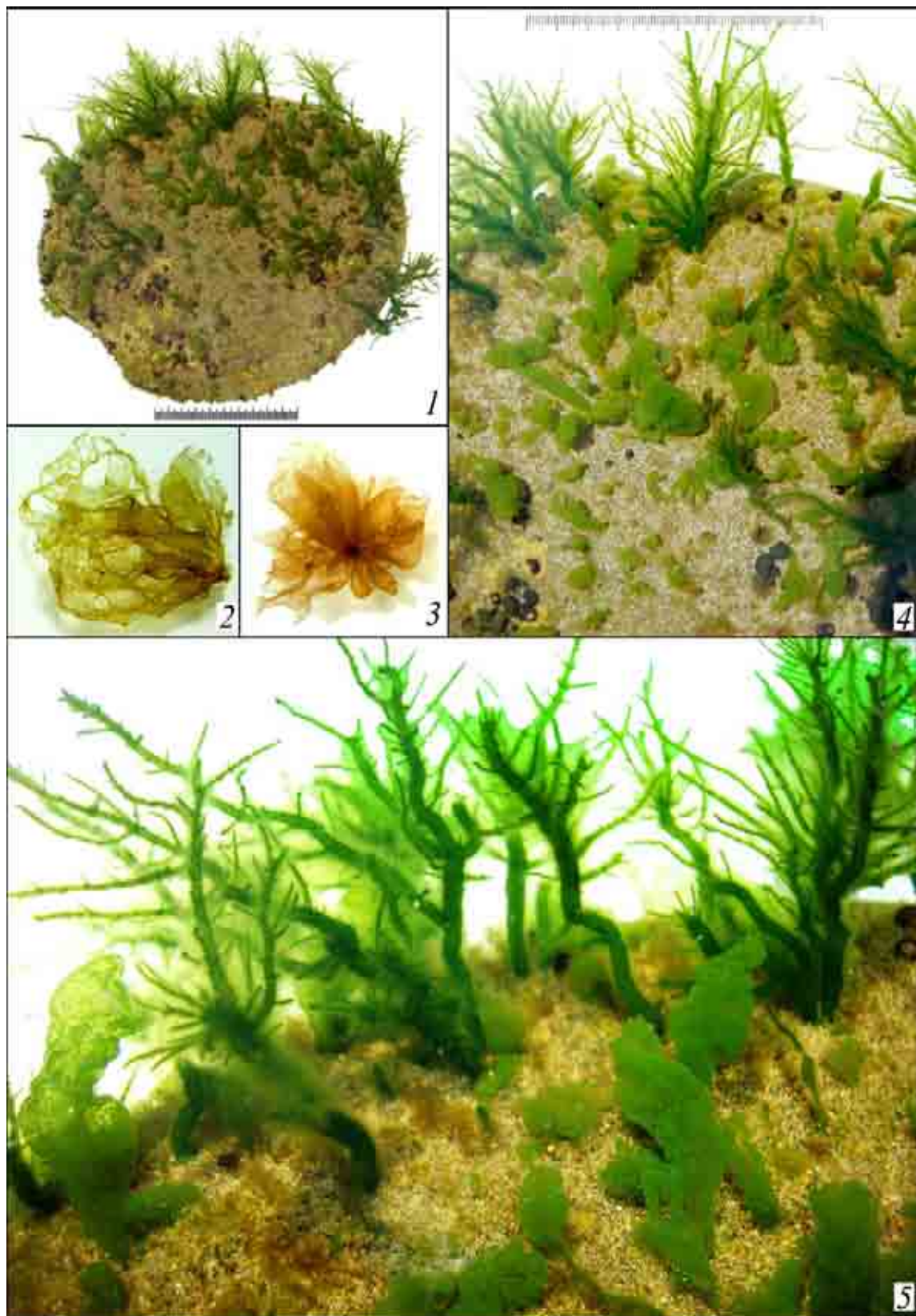


Рис. 42. Типичный литофильный альгоценоз бух. Бол. Коты, 5 августа 2011 г., гл. 1,3 м, расстояние от берега около 20 м; трансекта 2 против стационара ЛИН СО РАН. 1, 4, 5 – внешний вид камня с развитым сообществом макроводорослей из *Draparnaldioides baicalensis*, *Tetraspora cylindrica* var. *bullosa*, *Nostoc verrucosum*, *Dermatochrysis reticulata*, *Didymosphenia geminata*; 2, 3 – внешний вид колониальной золотистой водоросли *Dermatochrysis reticulata*. Цена минимального деления 1 мм. Фото О. А. Тимошкина, В. С. Вишнякова. Определение В. С. Вишнякова

Литература

1. Азовский М. Г. Высшие водные растения озера Байкал / М. Г. Азовский, В. В. Чепинога ; отв. ред. Л. В. Бардунов. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2007. – 157 с.
2. Бабич Е. И. Фауна водорослевых шаров юго-восточного Сиваша / Е. И. Бабич, В. Е. Заика // Гидробиол. журн. – 2011. – Т. 47, № 5. – С. 111–114.
3. Березина Н. А. Динамика зообентоса прибрежной зоны в условиях эвтрофирования / Н. А. Березина, С. М. Голубков // Экосистема эстуария р. Невы, биоразнообразие и экологические проблемы. – М. : Тов-во науч. изд. «КМК», 2008. – С. 370–383.
4. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 1. Заплесковая зона: первые результаты междисциплинарных исследований, важность для мониторинга экосистемы / О. А. Тимошкин [и др.] // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2011. – Т. 4, № 4. – С. 75–110.
5. Биомасса и продукция *Tetraspora cylindrica* (Wahlenb.) Ag. var. *bullosa* C. Meyer в озере Байкал / Л. А. Ижболдина [и др.] // Экологические исследования озера Байкал и Прибайкалья. – Иркутск, 1984. – С. 10–17.
6. Биота и сообщества макробентоса лагун северо-восточного Сахалина / А. И. Кафанов [и др.]. – Южно-Сахалинск : Сахалинск. Науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океаногр., 2003. – 173 с.
7. Блинова Е. И. Размер и динамика выбросов фуруцеллярии на Балтийском побережье / Е. И. Блинова // Рыбное хозяйство. – 1971. – № 7. – С. 10–11.
8. Блинова Е. И. Многолетняя динамика выбросов фуруцеллярии на Литовском побережье Балтийского моря / Е. И. Блинова, И. А. Кунютис // Рыб. хозяйство. – 1973. – № 9. – С. 1–20.
9. Блинова Е. И. Штормовые выбросы макрофитов. Условия формирования и влияние на экологическое состояние моря (на примере Анапской бухты, Чёрное море) / Е. И. Блинова, М. Ю. Сабурин // Тр. ВНИРО. – 2005. – Т. 144. – С. 286–293.
10. В районе поселка Листвянка в Байкале также выявлено аномальное зарастание дна нитчатými водорослями [Электронный ресурс] // Байкал Инфо – народные новости Иркутска и Иркутской области сегодня : сайт. – URL: <http://baikal-info.ru/archives/21411>
11. Воробьев В. П. Бентос Азовского моря / В. П. Воробьев // Тр. АзЧерНИРО. – 1949. – Вып. 13. – С. 1–195.
12. Вторичное антропогенное загрязнение Ивано-Арахлейских озёр / П. В. Матафонов [и др.] // Материалы 8-го съезда Гидробиол. общ. РАН. – Т. 3. – Калининград : Изд-во КГТУ, 2001. – С. 60–61.
13. Горянина С. В. Изучение штормовых выбросов острова Беринга (проблема и подход) / С. В. Горянина // Дипломная работа. – М. : Биол. ф-т МГУ, 1989. – 54 с.
14. Гришанков А. В. Общая характеристика супралиторали / А. В. Гришанков, Е. А. Нинбург // Исслед. фауны морей. – 1995. – № 42. – С. 193–197.
15. Губелит Ю. И. Структура и функционирование прибрежных альгоценозов восточной части Финского залива : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю. И. Губелит. – СПб, 2011. – 22 с.
16. Гусев О. К. Натуралист на Байкале / О. К. Гусев. – М. : «Советская Россия», 1977. – 288 с.
17. Донные цианобактерии гиперсолёных озёр Крыма / Н. В. Шадрин [и др.] // Микроводоросли Чёрного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования / Под. ред. Ю. Н. Токарева [и др.]. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – С. 100–112.
18. Дорогостайский В. Ч. Материалы для альгологии оз. Байкал и его бассейна / В. Ч. Дорогостайский // Изв. ВСОРГО. – 1906. – Т. 35, № 3. – С. 1–44.
19. Дядичко В. Г. Водные плотоядные жуки (Coleoptera, Hydradephaga) северо-западного Причерноморья / В. Г. Дядичко. – Одесса : Астропринт, 2009. – 204 с.
20. Ежова Е. Е. Жизненный цикл и морфофизиологические адаптации *Namanereis littoralis* (Grube 1872) (Polychaeta, Nereididae) в заливе Посьета Японского моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. Е. Ежова. – СПб., 2007. – 26 с.
21. Желтоножка В. В. Население литоральной зоны Кроноцкого заповедника / В. В. Желтоножка, О. В. Желтоножка // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2000. – Вып. 5. – С. 106–112.
22. Зайцев Ю. П. Контуробионты в мониторинге океана / Ю. П. Зайцев // Комплексный глобальный мониторинг Мирового океана : тр. Междунар. симп. – Л. : Гидрометеоздат, 1985. – Т. 2. – С. 76–83.
23. Зайцев Ю. П. Введение в экологию Чёрного моря / Ю. П. Зайцев. – Одесса : Эвен, 2006. – 224 с.
24. Ижболдина Л. А. Бентосные макрофиты открытых вод Южного Байкала / Л. А. Ижболдина // Изв. БГНИИ. – 1970. – Т. 23, № 1. – С. 13–41.
25. Ижболдина Л. А. Мейо- и макрофитобентос озера Байкал (водоросли) / Л. А. Ижболдина. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 1990. – 176 с.
26. Ижболдина Л. А. Атлас и определитель водорослей бентоса и перифитона озера Байкал (мейо- и макрофиты) с краткими очерками по их экологии / Л. А. Ижболдина. – Новосибирск : Наука-Центр, 2007. – 248 с.
27. Кладофоровые маты как уникальные сообщества гиперсолёных озёр / Е. А. Батогова [и др.] // Актуальні проблеми ботаніки та екології: матеріали міжнар. конф. молодих учених (м. Кременець). – Тернопіль, 2009. – С. 17–18.
28. Коротков А. Г. Эколого-физиологическая характеристика популяции ульвы, обитающей в условиях загрязнения сточными водами / А. Г. Коротков // III Всесоюз. конф. по мор. биологии. – Киев, 1988. – С. 183–184.

29. Кузнецов В. В. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны / В. В. Кузнецов. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. – 322 с.
30. Литоральная зона Ладожского озера / под ред. Е. А. Курашова. – СПб. : Нестор-История, 2011. – 416 с.
31. Мараков С. В. Природа и животный мир Командор / С. В. Мараков. – М. : Наука, 1972. – 184 с.
32. Марковский Ю. М. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия её существования и пути использования / Ю. М. Марковский. – Киев : Изд-во АН УССР, 1953. – 196 с.
33. Марковский Ю. М. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины / Ю. М. Марковский // Ч. 2. Днепровско-Бугский лиман. – Киев : АН УССР, 1954. – С. 69–73.
34. Мейер К. И. Введение во флору водорослей озера Байкал / К. И. Мейер // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1930. – Т. 39, № 3–4. – С. 179–396.
35. Микроэлементный состав круглогодично вегетирующих макроводорослей каменистой литорали оз. Байкал (Россия) / Н. Н. Куликова [и др.] // Альгология. – 2008. – № 3. – С. 244–255.
36. Мильчакова Н. А. Морские травы южных морей Евразии: состав, распространение и структурно-функциональные особенности (обзор) / Н. А. Мильчакова // Тр. ЮГНИРО. – 2008. – Т. 46. – С. 93–101.
37. Мокиевский В. О. Экология морского мейобентоса / В. О. Мокиевский. – М. : Тов-во науч. изд. «КМК», 2009. – 286 с.
38. Новые находки галобионтных инфузорий (Ciliophora) / И. В. Довгаль [и др.] // Вестн. зоологии. – 2006. – Т. 40, № 6. – С. 462.
39. Огородников В. С. Водоросли-макрофиты северных Курильских островов : автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. С. Огородников. – Петропавловск-Камчатский, 2007. – 25 с.
40. Основа основ – каскад энергии [Электронный ресурс] : сайт. – URL: <http://www.web-karelia.ru/beloe-more/27-4>.
41. Подводные ландшафты озера Байкал / Е. Б. Карабанов [и др.] – Новосибирск : Наука, 1990. – 183 с.
42. Поповкина А. Б. Штормовые выбросы моря как кормовая станция мелких воробьиных птиц Командорских островов / А. Б. Поповкина // Зоол. журн. – 2010. – Т. 89, № 9. – С. 1125–1130.
43. Садогурский С. Е. К изучению макрофитобентоса у берегов Караларской степи (Крым, Азовское море) / С. Е. Садогурский // Заповідна справа в Україні. – 2007. – Т. 13, № 1–2. – С. 46–51.
44. Сезонные явления в сообществе инфузорий гиперсоленого озера Херсонесского (Крым) / Т. В. Павловская [и др.] // Мор. экол. журн. – 2009. – Т. 8, № 2. – С. 53–63.
45. Скабичевский А. П. К вопросу о половом процессе у *Tetraspora cylindrica* Ag. var. *bullosa* C. Meyer / А. П. Скабичевский // Бот. журн. – 1937. – Т. 22, № 6. – С. 546–553.
46. Скабичевский А. П. О распределении донной растительности Байкала в районе Больших Котов / А. П. Скабичевский // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1966. – Т. 71, № 6. – С. 108–119.
47. Солдатова И. Н. Солёность как определяющий фактор жизнедеятельности азовоморского биоплава понтогаммаруса / И. Н. Солдатова // Экология обрастания бентоса в бассейне Атлантического океана. – М., 1980. – С. 70–112.
48. Структура и сезонная динамика фитоконпоненты биокосной системы морского гиперсоленого озера на мысе Херсонес (Крым) / А. В. Празукин [и др.] // Морський екологічний журн. – Севастополь, 2008. – Т. 7, № 1. – С. 61–79.
49. Структура литоральных зооценозов в зоне нитчатых водорослей в эстуарии реки Невы / Н. А. Березина [и др.] // Биология внутренних вод. – 2009. – № 4. – С. 48–56.
50. Хайлов К. М. Динамика выделения органических метаболитов морскими организмами / К. М. Хайлов, З. П. Бурлакова // Биология моря. – 1968. – Вып. 15. – С. 207–217.
51. Хорологическая структура населения беспозвоночных животных в зарослях высших водных растений озера Байкал / Л. С. Кравцова [и др.] // Гидробиол. журн. – 2011. – Т. 47, № 3. – С. 32–44.
52. Шадрин Н. В. Гиперсолёные озёра Крыма: общие особенности / Н. В. Шадрин // Микроводоросли Чёрного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования / под ред. Ю. Н. Токарева [и др.]. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – С. 85–93.
53. Эвтрофирование и вторичное загрязнение прибрежной зоны Финского залива / С. М. Голубков [и др.] // Материалы 6-й междунар. конф. и выставки Aquaterra. – 2003. – С. 72–75.
54. A comparison of epiphytes on *Bangia atropurpurea* (Rhodophyta) and *Cladophora glomerata* (Chlorophyta) from Northern Lake Michigan / L. L. Rex [et al.] // J. Great Lakes Res. – 1982. – Vol. 8. – P. 164–168.
55. An ecological review of *Cladophora glomerata* (Chlorophyta) in the Laurentian Great Lakes / S. N. Higgins [et al.] // J. Phycol. – 2008. – Vol. 44. – P. 839–854.
56. An outbreak of Type E botulism among common loons (*Gavia immer*) in Michigan's Upper Peninsula / C. J. Brand [et al.] // J. Wildlife Diseases. – 1988. – Vol. 24 (3). – P. 471–476.
57. Berezina N. A. Effect of macroalgae proliferation on benthic communities in the easternmost Baltic Sea / N. A. Berezina, S. M. Golubkov // J. Marine System. – 2008. – 74 S. – P. 80–85.
58. Brand F. Die *Cladophora*-Aegagropilen des Suesswassers / F. Brand // Hedwigia. – 1902. – B. 41. – S. 34–71.
59. Byappanahalli M. N. *Clostridium botulinum* type E occurs and grows in the alga *Cladophora glomerata* / M. N. Byappanahalli, R. L. Whitman // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 2009. – Vol. 66(6). – P. 879–882.

60. *Cladophora* (Chlorophyta) spp. harbor human bacterial pathogens in nearshore water of Lake Michigan / S. Ishii [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. – 2006. – Vol. 72(7). – P. 4545–4553.
61. Cooley T. M. Type E botulism in Michigan: A historical review / T. M. Cooley // Michigan Department of Natural Resources Wildlife Disease Laboratory. – 2011.
62. Domske H. Botulism in Lake Erie : Workshop Proceedings. New York Sea Grant, Ohio Sea Grant and Pennsylvania Sea Grant [Электронный ресурс] / H. Domske. – N. Y., 2003. – 62 p. – Электрон. версия печ. публ. – URL: [http://seagrant.psu.edu/publications/proceedings/Botulism\(2003\).pdf](http://seagrant.psu.edu/publications/proceedings/Botulism(2003).pdf)
63. Effects of the nuisance algae, *Cladophora*, on *Escherichia coli* at recreational beaches in Wisconsin / E. T. Englebert [et al.] // Sci. Total Environ. – 2008. – Vol. 404(1). – P. 10–17.
64. Ezhova L. Supralittoral nereid *Lycastopsis augeneri* Okuda (Polychaeta, Nereidae) reproduction and development in the Sea of Japan / L. Ezhova // EMIN Bull. – 1996. – N 13. – P. 5–6.
65. Fay L. D. Type E botulism in Great Lakes water-birds / L. D. Fay // Michigan Department on Conservation, Research and Development Report N 54. March 3, 1966. – Rose Lake Wildlife Research Centre, East Lansing, MI, 1966.
66. Ganong W. F. On balls of vegetable matter from sandy shore / W. F. Ganong // Rhodora. – 1905. – Vol. 7. – P. 41–47.
67. Gaston G. R. Green-winged teal ingest epibenthic meiofauna / G. R. Gaston // Estuaries. – 1992. – Vol. 15(2). – P. 227–229.
68. Getchel R. G. Ecology of type E botulism within dreissenid mussel beds / R. G. Getchel, P. R. Bowser // Aquatic Invaders. – 2006. – Vol. 17(2). – P. 1–8.
69. Growth and survival of *Escherichia coli* and enterococci populations in the macro-alga *Cladophora* (Chlorophyta) / M. N. Byappanahalli [et al.] // FEMS Microbiol. Ecol. – 2003. – Vol. 46. – P. 203–211.
70. Gubelit Yu. I. Coastal eutrophication phenomena in the Eastern Gulf of Finland / Yu. I. Gubelit, N. A. Berezina // Conf. Proc. US/EU-Baltic Int. Symp. – Tallinn, 2008. – P. 1–4.
71. Gubelit Yu. I. Growth of enterobacteria on algal mats in the eastern part of the Gulf of Finland / Yu. I. Gubelit, M. B. Vainshtein // Inland Water Biol. – 2011. – Vol. 4(2). – P. 132–136.
72. Harris V. A. *Cladophora* confounds coastal communities – public perceptions and management dilemmas / V. A. Harris // *Cladophora* Research and Management in the Great Lakes // Proc. Workshop Held Great Lakes Water Inst., University of Wisconsin-Milwaukee. – 2004. – P. 5–14.
73. Hockin D. C. Further records of meiofauna predation and implications for the community stability / D. C. Hockin // Crustaceana. – 1982. – Vol. 42(1). – P. 106–107.
74. Invertebrate communities associated with *Bangia atropurpurea* and *Cladophora glomerata* in Western Lake Erie / E. W. Chlinton [et al.] // J. Great Lakes Res. – 1986. – Vol. 12. – P. 149–153.
75. Microbial communities and fecal indicator bacteria associated with *Cladophora* mats on beach sites along Lake Michigan shores / O. A. Olapade [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. – 2006. – Vol. 72. – P. 1932–1938.
76. Multi-species algal balls and potentially imprisoned fauna: an unusual benthic assemblage / D. L. Ballantine [et al.] // Aquatic Botany. – 1994. – Vol. 48. – P. 167–174.
77. Occurrence of *Escherichia coli* and Enterococci in *Cladophora* (Chlorophyta) in Nearshore Water and Beach Sand of Lake Michigan / R. L. Whitman [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. – 2003. – Vol. 69 (8). – P. 4714–4719.
78. Population structure of *Cladophora*-borne *Escherichia coli*: in near shore water of Lake Michigan / M. N. Byappanahalli [et al.] // Water Res. – 2007. – Vol. 41. – P. 3649–3654.
79. Robinson J. Fish and wildlife deaths due to botulism type E / J. Robinson // Lake Erie Lakewide Management Plan, April 2008. – 2008. – \$11.9. – P. 15–19.
80. Seasonal stability of *Cladophora*-associated *Salmonella* in Lake Michigan watersheds / M. N. Byappanahalli [et al.] // Water Res. – 2009. – Vol. 43(3). – P. 806–814.
81. Silva P. C. Comparison of algal floristic patterns in the Pacific with those in the Atlantic and Indian Oceans, with special reference to *Codium* / P. C. Silva // Proc. 9-th Pac. Sci. Congr. – 1962. – Vol. 4. – P. 200–215.
82. The association of bacterial indicators to levels of algae in Lake Michigan / A. Paul [et al.] // Proc. Wisconsin Environ. Health Assoc. Joint Edu. Conf. September 28–29, 2004. – Baraboo, 2004.
83. Vadas R. L. Green algal ropes: a novel estuarine phenomenon in the Gulf of Maine / R. L. Vadas, B. Beal // estuaries. – 1987. – Vol. 10(2). – P. 17–1176.
84. Vershinin A. *Cladophora* blooms at Anapa beaches (Black Sea) – result of anthropogenic eutrophication / A. Vershinin, A. Kamnev // Phycologia. – 2001. – Vol. 40(4). – P. 45.
85. Vershinin A. Harmful algae in Russian European coastal waters. Harmful algal blooms 2000 / A. Vershinin, A. Kamnev // Proc. 9-th Int. Conf. on Harmful Algal Blooms. UNESCO. – 2001. – P. 112–115.
85. Zaitsev Yu. Littoral concentration of life in the Black Sea area and coastal management requirements / Yu. Zaitsev // J. Black Sea Mediterranean Environment. – 2006. – Vol. 12. – P. 113–128.
86. Zuccarino-Crowe C. 5.7. Type E botulism / C. Zuccarino-Crowe // Nearshore areas of the Great Lakes 2009. Environment Canada and U.S. Environmental Protection Agency. ISBN 978-1-100-13563-2.

Biology of the coastal zone of Lake Baikal

2. Accumulated material on the lake shore (splash zone): classification, seasonal dynamics

O. A. Timoshkin¹, V. S. Vishnyakov^{2,1}, E. A. Volkova^{2,1}, A. A. Shirokaya¹, N. N. Kulikova¹, E. P. Zaytseva¹, A. G. Lukhnev¹, O. V. Popova¹, I. V. Tomberg¹, N. V. Potapskaya¹, Yu. M. Zvereva^{2,1}, V. V. Malnik¹, N. A. Bondarenko¹, N. A. Rozhkova¹, L. A. Obolkina¹, N. G. Sheveleva¹, T. Ya. Kostornova¹, A. N. Suturin¹, A. V. Nepokrytykh¹, N. F. Logacheva¹

¹ Limnological Institute SB RAS, Irkutsk

² Irkutsk State University, Irkutsk

Abstract. A second contribution of the series focuses on the ecology of accumulated material on the splash zone of Lake Baikal. Accumulated detritus material, natural for Lake Baikal ecosystem, is mostly analyzed. Preliminary results of interdisciplinary studies on various processes and interactions of the natural accumulated material (macrophytes or their remains, algal mats, periphyton and detritus of different origin) and that of anthropogenic origin (domestic waste), its composition, quantitative characteristics, seasonal dynamics during 2007–2011 in the shallow zone of Southern Baikal (Bolshye Koty Bay) are presented. The first attempt at classifying the accumulated material available on Baikal shores was made by the authors, they also determined the relationships between abundant growth of terrestrial and aquatic plants, life cycles of hydrobionts and specific processes of detritus accumulation in the splash zone. Peak of *Ulothrix zonata* algae activity as a constituent part of the shore detrital matter related to annual rise of the Lake level was registered every year in June. These findings serve a basis for advanced integrated monitoring of its ecosystem and suggest that further interdisciplinary research of Baikal splash zone is needed.

Key words: splash zone; Baikal; composition, seasonal dynamics, classification of accumulated material; *Ulothrix*; *Draparnaldioides*; *Cladophora*; *Tetraspora*; *Nitella*; *Nostoc*; *Phormidium*; *Tolypothrix*; *Dermatochrysis*; *Phaeoplaca*; *Ireksokonia*; *Didymosphenia*; *Collema*; *Potamogeton*; *Lemna*; *Spirogyra*; *Mougeotia*.

Тимошкин Олег Анатольевич
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
доктор биологических наук
заведующий лабораторией
тел. (3952)42–82–18, факс 42–54–05
E-mail: tim@lin.irk.ru

Timoshkin Oleg Anatolyevich
Limnological Institute RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
D. Sc. in Biology, Head of laboratory
phone: (3952)42–82–18, fax: 42–54–05
E-mail: tim@lin.irk.ru

Вишняков Василий Сергеевич
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5
студент
E-mail: aeonium25@mail.ru

Vishnyakov Vasily Sergeevich
Irkutsk State University
5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003
student
E-mail: aeonium25@mail.ru

Волкова Екатерина Александровна
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5
студент
E-mail: cathvolkova@mail.ru

Volkova Ekaterina Aleksandrovna
Irkutsk State University
5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003
student
E-mail: cathvolkova@mail.ru

Широкая Алена Александровна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук
старший научный сотрудник
тел.: (3952)42–82–18, факс: 42–54–05
E-mail: shirokaya@bk.ru

Shirokaya Alena Alexandrovna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph. D. in Biology
senior research scientist
phone: (3952)42–82–18, fax 42–54–05
E-mail: shirokaya@bk.ru

Куликова Наталья Николаевна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук

Kulikova Natalia Nikolaevna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph. D. in Biology

старший научный сотрудник
тел. (3952)42-64-09, факс: 42-54-05
E-mail: kulikova@lin.irk.ru

senior research scientist
phone: (3952)42-64-09, fax: 42-54-05
E-mail: kulikova@lin.irk.ru

Зайцева Елена Петровна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук
научный сотрудник
факс (3952) 42-54-05
E-mail: zayaz@lin.irk.ru

Zaytseva Elena Petrovna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph. D. in Biology
research scientist
fax: (3952) 42-54-05
E-mail: zayaz@lin.irk.ru

Лухнев Антон Геннадьевич
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, Улан-Баторская, 3
аспирант
ведущий инженер
факс (3952) 42-54-05
E-mail: luhnev.ant@yandex.ru

Lukhnev Anton Gennadyevich
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
doctoral student
leading engineer
fax: (3952) 42-54-05
E-mail: luhnev.ant@yandex.ru

Попова Ольга Владимировна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, Улан-Баторская, 3
аспирант, ведущий инженер
факс (3952) 42-54-05
E-mail: popova-olga87@yandex.ru

Popova Olga Vladimirovna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
doctoral student, leading engineer
fax: (3952) 42-54-05
E-mail: popova-olga87@yandex.ru

Томберг Ирина Викторовна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
кандидат географических наук
научный сотрудник
тел. (3952)42-65-02, факс 42-54-05
E-mail: kaktus@lin.irk.ru

Tomberg Irina Viktorovna
Limnological Institute RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph.D. in Geography
research scientist
phone: (3952) 42-65-02, fax: 42-54-05
E-mail: kaktus@lin.irk.ru

Потапская Надежда Викторовна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, Улан-Баторская, 3
ведущий инженер
факс (3952) 42-54-05
E-mail: potapuskaya@yandex.ru

Potapuskaya Nadezhda Victorovna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
leading engineer
fax: (3952) 42-54-05
E-mail: potapuskaya@yandex.ru

Зверева Юлия Михайловна
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5
студент
E-mail: spongebobuz@yandex.ru

Zyereva Julia Mikhailovna
Irkutsk State University
5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003
student
E-mail: spongebobuz@yandex.ru

Мальник Валерий Васильевич
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук
младший научный сотрудник
факс (3952) 42-54-05
E-mail: malnik80@mail.ru

Malnik Valeriy Vasilyevich
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph. D. in Biology
junior research scientist
fax: (3952) 42-54-05
E-mail: malnik80@mail.ru

Бондаренко Нина Александровна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
доктор биологических наук,

Bondarenko Nina Aleksandrovna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
D. Sc. in Biology, leading research scientist

ведущий научный сотрудник
тел. (3952) 42–82–18, факс: 42–54–05
E-mail: nina@lin.irk.ru

phone: (3952) 42–82–18, fax: 42–54–05
E-mail: nina@lin.irk.ru

Рожкова Наталья Анатольевна
Лимнологический институт СО РАН,
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук
старший научный сотрудник
тел. (3952) 42–82–18, факс: 42–54–05
E-mail: rozhkova@lin.irk.ru

Rozhkova Natalya Anatolyevna
Limnological Institute SB RAS,
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph.D. in Biology, senior research scientist

phone: (3952) 42–82–18, fax: 42–54–05
E-mail: rozhkova@lin.irk.ru

Оболкина Любовь Александровна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук
старший научный сотрудник
факс (3952) 42–54–05
E-mail: ola@lin.irk.ru

Obolkina Lubov Aleksandrovna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph.D. in Biology,
senior research scientist
fax: (3952) 42–54–05
E-mail: ola@lin.irk.ru

Шевелёва Наталья Георгиевна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук
старший научный сотрудник
тел. (3952) 42–82–18
E-mail: shevn@lin.irk.ru

Sheveleva Natalia Georgievna
Institute of Limnology SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 6640333
Ph.D. in Biology, senior research scientist

phone: (3952) 42–82–18
E-mail: shevn@lin.irk.ru

Косторнова Татьяна Ярославовна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
главный специалист
тел. (3952) 42–54–15, факс 42–54–05
E-mail: kostornovat@mail.ru

Kostornova Tatyana Yaroslavovna
Limnological Institute RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
principal specialist
phone: (3952) 42–54–15, fax: 42–54–05
E-mail: kostornovat@mail.ru

Сутурин Александр Николаевич
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
кандидат геолого-минералогических наук
заведующий лабораторией
тел.: (3952) 42–64–09, факс 42–54–05
E-mail: san@lin.irk.ru

Suturin Aleksandr Nikolaevich
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph. D. in Geology, Head of laboratory
phone: (3952) 42–64–09, fax: 42–54–05
E-mail: san@lin.irk.ru

Непокрытых Анна Владимировна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук
научный сотрудник
тел.: (3952) 42–82–18, факс: 42–54–05
E-mail: nepocr1978@mail.ru

Nepokrytykh Anna Vladimirovna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph. D. in Biology, research scientist
phone: (3952) 42–82–18, fax: 42–54–05
E-mail: nepocr1978@mail.ru

Сайбаталова Елена Витальевна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, Улан-Баторская,
ведущий инженер
тел. (3952) 42–64–09, факс: 42–54–05
E-mail: sayb@lin.irk.ru

Saybatalova Yelena Vitalievna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
leading engineer
phone: (3952) 42–64–09, fax: 42–54–05
E-mail: sayb@lin.irk.ru

Логачёва Наталья Филипповна
 Лимнологический институт СО РАН
 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
 ведущий инженер
 тел. (3952)42-82-18, факс: 42-54-05
 E-mail: nina@lin.irk.ru

Logacheva Natalia Filippovna
 Limnological Institute RAS
 3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
 leading engineer
 phone: (3952)42-82-18, fax: 42-54-05
 E-mail: nina@lin.irk.ru

СПИСОК ОПЕЧАТОК: Тимошкин О.А. и др. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 1.
 ERRATA: Timoshkin O.A. et. al. Biology of the coastal zone of Lake Baikal. 1.

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
Титульная (Аннотация)	11 сверху	... бытовые отход,	... бытовые отходы,
Подписи к рисункам:			
Рис. 3; с. 89	5 сверху	(красные стрелки и фото Б	(красные стрелки и фото Б).
Рис. 5; с. 91	1-3 сверху	А – Обитатели почв.... Б – Микротурбеллярия-космополит ...	1 – Обитатели почв... 2 – Микротурбеллярия-космополит ...
Рис. 6; с. 92	2, 3 сверху	А – <i>Diacyclops zhimulevi</i> ...; Б – <i>Diacyclops eulitoralis</i> ...; В – <i>Diacyclops</i> sp. nov.	1 – <i>Diacyclops zhimulevi</i> ...; 2 – <i>Diacyclops eulitoralis</i> ...; 3 – <i>Diacyclops</i> sp. nov.
Рис 10; с. 97	3 сверху	Е – 27 июля 2010 г., о. Бол. Ушканий, бух. Пещерка	Е – 27 июля 2010 г., бух. Бол. Коты, «Пещерка»
Рис 10; с. 98-100		Рис. 10 Рис. 10 (подписи к рис. см. с. 100)	Рис. 10 (подписи к рис. см. стр. 97)