

Limnological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук

Baikal Museum of the Irkutsk Scientific Centre, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский музей
Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук

Molchanov-Sibirsky Irkutsk Regional State Multipurpose Scientific Library
Иркутская областная государственная универсальная научная библиотека
имени И.И. Молчанова-Сибирского

6TH INTERNATIONAL VERESHCHAGIN BAIKAL CONFERENCE
ШЕСТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЕРЕЩАГИНСКАЯ БАЙКАЛЬСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

4TH BAIKAL SYMPOSIUM ON MICROBIOLOGY (BSM-2015)
MICROORGANISMS AND VIRUSES IN AQUATIC ECOSYSTEMS

4-Й БАЙКАЛЬСКИЙ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ
СИМПОЗИУМ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «МИКРООРГАНИЗМЫ И
ВИРУСЫ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ»

SEPTEMBER 7-12, 2015
7-12 СЕНТЯБРЯ, 2015

ABSTRACTS
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ И СТЕНДОВЫХ СООБЩЕНИЙ

IRKUTSK, 2015
ИРКУТСК, 2015

bacteria. Another specific consortium has been found in bitumen mounds at the natural oil seep Gorevoy Utes in Central Baikal. Aquatic fungi of the genus *Phytium*, archaea, bacteria, including methanotrophic bacteria, nematodes, and ostracods, were identified in the consortium. It is supposed that the mycelium of aquatic fungi ingrowing the bitumen favors transportation of microorganisms into the bitumen. These organisms use different hydrocarbons as a substrate, thus providing access of oxygen into deep layers of bitumen. Hydrocarbon oxidizing bacteria may serve as food for nematodes and other organisms for their existence inside bitumen mounds.

The work was supported by the RAS Presidium Program 23.8 and RFBR project 14-44-04126.

БЕНТОСНЫЕ СООБЩЕСТВА ГЛУБОКОВОДНОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ: СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

**Ситникова Т.Я.¹, Погодаева Т.В.¹, Хлыстов О.М.¹, Калмычков Г.В.², Механикова
И.В.¹, Земская Т.И.¹**

¹Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия

²Институт геохимии СО РАН им. А.П. Виноградова, Иркутск, Россия
sit@lin.irk.ru

Озеро Байкал характеризуется наличием разнообразных геологических структур на дне, приуроченных к зонам разломов. В последние годы при помощи средств многолучевой эхолокации, батиметрической съемки в сочетании с сейсмическими данными и данными сонара бокового обзора, закартированы и описаны новые районы, в которых происходит выброс флюидов и/или грязевулканической брекчии и обнаружены залежи гидратов метана (Khlystov et al., 2013). Во всех этих районах отмечены разгрузка метана в водную толщу и поступление химических соединений, которые могут служить дополнительными источниками энергии и органического углерода для бентосных сообществ озера Байкал. В районах метановых сипов и грязевых вулканов развиваются бентосные сообщества, жизнедеятельность которых основана на углеводородах, поступающих из донных осадков (Zemskaya et al., 2012, 2015). В районах с аномальным составом поровых вод плотность поселения мейо- и макробентоса в 1.5-10 раз выше по сравнению с фоновыми районами. Для животных организмов глубинной зоны озера отмечены разнообразные пищевые стратегии, обеспечивающие существование огромного количества эндемичных видов, так отличающего Байкал от других пресноводных экосистем. На основе анализа значений стабильных изотопов углерода и азота в тканях животных установлено, что их жизнедеятельность основана на хемо- (метано-), фото-, и миксотрофии. Ярким примером существования биологических сообществ за счет использования углерода метана являются желеобразные микробные маты, формирующиеся над слоями газогидратов в районе метанового сипа Санкт-Петербург (Средний Байкал). Концентрация ионов хлора, брома, сульфата, ацетата, кальция, магния, железа в микробных матах была в 2-40 раз выше по сравнению с поровой водой из поверхностных осадков и с придонной водой. Высокое содержание C_{org} в матах (до 6%) и облегченный изотопный состав углерода бентосных животных из данного района свидетельствуют о значимой роли углерода метана, который поступает из донных осадков и вовлекается в круговорот метанотрофными бактериями. Еще один своеобразный консорциум отмечен при исследовании битумных построек в районе естественного нефтепроявления Горевой Утес в Среднем Байкале. В составе консорциума идентифицированы водные грибы рода *Phytium*, археи, бактерии, в том числе метанотрофные, а также нематоды и остракоды. Высказано предположение, что мицелий водных грибов, прорастая внутрь битума, способствует перемещению внутрь микроорганизмов, использующих в качестве субстрата различные углеводороды, и таким образом, обеспечивает доступ кислорода в глубинные слои битума. Углеводородоокисляющие бактерии, в свою очередь, могут служить пищей нематодам и другим организмам, обеспечивая их существование внутри битумных построек.

Исследования выполнены при поддержке проекта по Программе Президиума РАН 23.8.

ECOLOGICAL CRISIS IN THE COASTAL ZONE OF LAKE BAIKAL

**Timoshkin O.A., Malnik V.V., Sakirko M.V., Bondarenko N.A., Rozhkova N.A.,
Sheveleva N.G., Volkova E.A., Nepokrytykh A.V., Zaitseva E.P., Medvezhonkova O.V.,
Lukhnev A.G., Zvereva Yu.M., Poberezhnaya A.E., Shirokaya A.A., Potapskaya N.V.,
Tomberg I.V., Domysheva V.M., Timoshkina E.M., Kupchinsky A.B.**

Limnological institute SB RAS, Irkutsk, Russia
tim@lin.irk.ru

Interdisciplinary research of Baikal coastal zone (splash zone including) has been performed within 2007-2014. Significant changes of the structure and quantitative characteristics of the shallow water benthonic communities were detected at the scale of the entire lake (Timoshkin et al., 2014 – most

References can be downloaded from www.lin.irk.ru). During 2007-2012 it has been performed sporadically, in restricted areas of Bolshye Koty and Listvyanichny bays only, due to lack of financial support (Kravtsova et al., 2011; Timoshkin et al., 2014; Kravtsova et al., 2014). Methods and main results of the ecology of splash zone investigations were published in 13 papers (for review, see: Timoshkin et al., 2011). Taxonomic composition and quantitative characteristics of macrophyto-, macrozoobenthos, plankton communities, as well as hydrochemical, hydrological and microbiological parameters of the near-bottom and surface waters were investigated in the shallow water zone. Several round-Baikalian spring-summer and autumn expeditions were organized since 2013, due to initiative of acad. Grachev M.A.

When these processes started? Or – when they were expressed most remarkably? For lack of the regular round-Baikalian survey of the shallow water communities before 2010, one can provide only approximate answer, based on the limited research in South Baikal. Most probable starting point is 2010–2011. Most significant changes detected in the macrophytobenthos communities. Conclusions on possible changes of the macrozoobenthonic communities (except for sponges, see below) can be made after ongoing quantitative sample analysis only. Chronology and brief characteristics of these unusual and/or negative ecological processes, which have been found within 2010-June 2015, are given below.

1. Two independent groups of experts (ob. cit.) reported on significant, large-scale modifications in composition and productivity of the dominant macroalgae, detected in 2010-2011, in two local South Baikal bays (Bolshye Koty and Listvyanichny). Mass development of non-typical for open Baikal green filamentous algae of *Spirogyra* genus (at 0.5–10 m depths) and abundant late autumn bloom of another filamentous algae *Stygeoclonium tenue*, in the shore line zone (first algal belt), which usually occupied by *Ulothrix zonata* filaments. Later on (2013-2014) *Spirogyra* mass blooming was detected in the shallow water zone at the scale of almost entire lake: Severobaikalsk and Nizhneangarsk cities; Onokochanskaya, Boguchanskaya, Senogda, Ludar', Ayaya, Amundakan, Davshe, Bargyzin (northern coast, off Maximikha, Rovesnik etc.) bays; Babushkin, Tankhoy, Baikalsk, Slyudyanka, Kultuk cities; old Baikal railway, Listvyanichny, Obuteikha, Bolshye Koty, Bolshoe Goloustnoe, Peschanaya, Babushka bays. It means, that *Spirogyra* spp. massively developed and even dominated in the shallow water zone of the eastern, and in many areas of the western coasts. As distinct of comparatively shallow eastern coast with more or less homogeneous distribution, algal blooms along the western coast have been strictly concentrated opposite of the coastal settlements and the centers of recreation activity. Surprisingly enough, the development maximum of *Spirogyra* is detected during the autumn (September-October) with low water temperatures (4-8° C). Two areas (Listvyanichny Bay and Tyaa-Senogda coast) of 15-20 investigated so far are characterized by all-the-year round mass bloom of *Spirogyra* spp. Drudge samplings, performed in Boguchanskaya Bay and opposite of Tyaa River mouth (autumn 2013), evidenced, that the *Spirogyra* filaments are quite abundant till 10–20 m depth. Wet biomass of the alga varied within 100–1500 g/m², what is compatible and even higher of the analogous indexes known for Baikalian algae of the 1-st and 2-nd algal belts. Late autumn *Stygeoclonium* mass bloom was typical for the 1-st algal belt in 2013, as well as in 2014 in many areas of all 3 basins.

2. Significant increase of the typical Baikalian macroalgae wet biomass (productivity) in the shallow water zone. For example, the algal biomass of the 1-st belt (with *U. zonata* dominating, June 2015) in some areas of North basin varied within 3-5 kg/m², what is much higher of the analogous indexes known for the former times (Ижболдина, 1990: maximum in June – 0.5 kg/m²).

3. Mass development of the «saprophytic» (see below) and «free-living» blue-greens in several areas of the lake. Significant amount of the Oscillatoriales filaments have been found in the drudge benthonic samples, taken from 10–15 m southern of Peschanaya Bay, in summer of 2013 and 2014. Their mass blooming found as well in the shallows of Bolshye Koty, Barguzin bays, etc. (*Phormidium*, *Oscillatoria*, *Tolypothrix* spp. and others).

4. Giant coastal accumulations of rotten algae (*Spirogyra*, *Elodea* and other higher water plants, blue-greens, *Cladophora glomerata* etc.), wet biomass of which may exceed 90 kg/m², detected within 2013–2014 at the first time. They are located in the splash zones of Tyaa–Senogda beach, Chyvyrkuy (Monakhovo) and Barguzin (Maximikha, Rovesnik) bays, MRS, Shida Bay and Kultuk coast. Abundant coastal accumulations, mostly consisting of the “free-living blue-greens” (*Tolypothrix* spp., etc.) detected in Barguzin Bay at the first time. Giant algal accumulations on the coasts are typical for the late summer or autumn seasons. However, one of them (consisting of typical macroalgae of this area) was found unusually early – in June 2015, opposite of MRS settlement, at the first time. Evidently, seasonal maximum of the local algae development may occur earlier than before.

5. Mass Gastropoda extinction (mostly – representatives of *Lymnaea* genus) is described in 2013–2014: billions of the died shells found on the sandy beaches between Tyaa and Senogda. These “cemeteries” are located along the areas of the most abundant *Spirogyra* development and influenced by sewages from Severobaikalsk City. Less abundant *Lymnaea* shell accumulations found along the splash zone, off Maximikha settlement in Barguzin Bay (June 2015).

6. Mass extinction and several kinds of diseases of endemic *Lubomirskiidae* sponges at the scale of the entire lake were described in 2013-2014 (Тимошкин и др., 2014). All 3 ecological forms of the sponges (branched, encrusting, globular) can be sick. Over than 50 dives performed in 2014. Depending on area, from 30 to 100% of branched *Lubomirskia baikalensis* specimens were either sick or damaged and died. According to Dr. Ch. Boedecker (pers. comm.), in most of the studied areas of South basin (September 2014) this process was limited by isobaths 15–20 m. Deeply leaving sponges were found to be sick in June 2015.

It was described, that the most distributed sponge illness is accompanied by mass development of the “saprophytic” blue-greens of *Phormidium* genus (Тимошкин и др., 2014). The filaments are cherry-red and moving. Light-microscopic analysis evidences, that each affection patch on the sponge surface consists of 1–2 dominating blue-green species (90-95%). Different deformations and damage of the external sponge surface (=beginning stages of its extinction) in most cases (50-80%) happen prior to the mass blue-green development. According to preliminary data, the branched sponges, dwelling in the South Basin (Listvyanichny, Bolshye Koty Bays, off Chernaya River mouth) are most of all affected by illness. Much less damaged or even healthy *L. baikalensis* specimens were found around the north-western coast area, approximately located between Elokhin Cape and Bolshye Olkhonskiye Vorota Gate. Nota bene: the same coastal area has been found to be free of mass *Spirogyra* blooms in 2014.

7. High concentrations of the fecal indicating bacteria have been determined in the surface and near-the-bottom water layers along the coasts opposite the settlements. The same is true for the interstitial waters (especially – under the coastal accumulated algae) of the splash zone. For example, the enterococci concentrations may exceed 2000 colony forming units per 100 ml.

Results of 13-years long investigations evidencing on the large-scale, so-called "hidden" (or – indirect) eutrophication of the splash and the shallow water zones of Baikal (Timoshkin et al., 2014; Timoshkin, 2015). Huge amount of the pure waters and the active turbulence prevent the creation of the stable areas or patches with high nutrient concentrations in the water column (what is typical scenario of eutrophication in many shallower and smaller lakes). Extra nutrients entering Baikal coastal zone through the inlets (1) and, what is typical for most of the settlements without sewage purification system, through the coastal ground, by passive filtration (2). Therefore, the most illustrative ecological changes happen in the near shore zone and related to shallow water benthonic (bottom) rather than planktonic (water column) communities. According to preliminary data for 2012–2014, sewage of Severobaikalsk only contributed into the shallow waters of the north top of the lake up to 6 tons of P (PO_4^{4-}) annually. It was the main reason of the most abundant *Spirogyra* bloom ever detected during all history of limnological research on Baikal. Total wet biomass of costal accumulated algae (95-97% of *Spirogyra*), detected along to 8 km of Tyya-Senogda beaches in autumn 2013, exceeding 1400 tons.

According to the senior author, the main reasons of the negative ecological processes described are as follows: a) long-lasting discharge of non-properly purified (or not purified at all) sewages into shallow water zone (Severobaikalsk, Babushkin, Baikalsk, Slyudyanka and other cities); b) destroyed purification stations, which were constructed during the USSR period (Ust-Barguzin) or their absence in the largest coastal cities and settlements, where the active construction of the hotels and recreation centers is taken; as a result –passive sewage filtration through the ground into the coastal zone; c) mass discharge of the sewage from the numerous ships and vessels. According to the world literature (for review, see Timoshkina, in press), mass *Spirogyra* bloom is often accompanying the areas with non-properly purified sewage discharge. Two other factors such as artificial water level fluctuations and climatic changes may be crucial for the mass development of the macrophytes. All the factors are detected in Baikal. However, to the mind of the senior author, climatic changes may only catalyze these processes, but barely can play the dominant role. Extra nutrient income should be considered as the most important factor of mass algal blooms.

All these negative phenomena observed in the lake for the past four years, have not been documented and are not reflected in the government reports on the state of the ecosystem of Lake Baikal in 2011-2014. This situation clearly shows the inefficiency of government monitoring system of Lake Baikal because it is almost exclusively concentrated on the survey of the central water body of the lake. Shallow water zone (and splash zone), which are the most indicative from the viewpoint of potential anthropogenic influence, are not included into the monitoring system. Therefore it is not in principle capable of diagnosing the possible destruction of the ecosystem bottom occurring due to the “hidden” eutrophication.

Investigations performed within the federal project № 01201353447 «Current condition, biodiversity and ecology of the coastal zone of Lake Baikal» and partly supported by RFBR project № 13-04-01270 and by director of the Institute, academician, Grachev M.A.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Тимошкин О.А., Мальник В.В., Сакирко М.В., Бондаренко Н.А., Рожкова Н.А., Шевелева Н.Г., Волкова Е.А., Непокрытых А.В., Зайцева Е.П., Медвежонкова О.В., Лухнев А.Г., Зверева Ю.М., Побережная А.Е., Широкая А.А., Потапская Н.В., Томберг И.В., Домышева В.М., Тимошкина Е.М., Купчинский А.Б.

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
tim@lin.irk.ru

Результаты междисциплинарных исследований прибрежной зоны Байкала (включая зону заплеска) за период 2007-2014 гг. свидетельствуют о значительных изменениях в структуре и количественных характеристиках мелководных сообществ дна в масштабах всего озера (Тимошкин и др., 2014). В 2007-2012 гг., из-за отсутствия финансирования, они проводились ограниченно, в районе заливов Большие Коты и Листвяничный (Кравцова и др., 2011; Тимошкин и др., 2014а; Kravtsova et al., 2014). Методы и основные результаты исследований экологии заплесковой зоны отражены в 13 публикациях (обзор: Тимошкин и др., 2011). В мелководной зоне изучались состав и количественные характеристики сообществ макрофито- и макрозообентоса, планктон, гидрохимические, гидрологические и микробиологические характеристики придонных, поверхностных слоев воды. Начиная с 2013 г., благодаря поддержке директора ЛИИ СО РАН, М.А. Грачева, было организовано несколько весенне-летних и осенних экспедиций по всему озеру. В силу отсутствия регулярных кругобайкальских наблюдений до 2010 г., начало этих изменений можно датировать лишь примерно, по результатам исследований в Южном Байкале. Вероятная «точка отсчета» – 2010-2011 гг. Наиболее значимые перестройки произошли в сообществах макрофитобентоса. Выводы по возможным изменениям в сообществах зообентоса (кроме губок) возможны лишь после анализа отобранных проб. Ниже приведены хронология событий и краткая характеристика основных необычных и негативных экологических процессов, обнаруженных нами за период 2010 – июнь 2015 гг.

1. В 2010-2011 гг., двумя независимыми группами исследователей (ob. cit.) обнаружены крупномасштабные изменения в составе и продукционных характеристиках доминирующих макроводорослей мелководной зоны отдельных заливов Южной котловины (Большие Коты и Листвяничный). Это выражалось в массовом развитии ранее не свойственных Байкалу зеленых нитчатых водорослей рода *Spirogyra* (глубины 0.5 – 10 м) и необычайно массовому развитию в поздне-осенний период другой нитчатой водоросли – *Stygeoclonium tenue*, в зоне первого растительного пояса, обычно образуемого нитчаткой *Ulothrix zonata*. В 2013–2014 гг. массовое цветение спирогиры обнаружено в мелководной зоне практически в масштабах всего озера: Северобайкальск, Нижнеангарск, бухты Онокочанская, Богучанская, Сеногда, Лударь, Ая, Амнундакан, Давше, Баргузинский залив (северное побережье, Максимиха, Ровесник), Бабушкин, Танхой, Байкальск, Слюдянка, Култук, КБЖД, Листвянка, Обутеиха, Бол. Коты, бух. Песчаная, Бабушка, Бол. Голоустное. Следовательно, в осенний период виды рода *Spirogyra* в массе встречались или даже доминировали в мелководье практически всего восточного и многих участках западного побережья. На западном побережье Южн. котловины развитие водоросли четко ограничивалось мелководьем возле прибрежных населенных пунктов и центров рекреации. Пик развития спирогиры Байкала приходится на осень (сентябрь-октябрь). Их массовая круглогодичная вегетация пока свойственна лишь двум из 15-20 изученных районов: зал. Листвяничный и мелководье Тья–Сеногда. Результаты драгирования, проведенные в 2013 г. напротив устья р. Тья и в губе Богучанской (Сев. Байкал) свидетельствуют о внедрении спирогиры в открытое озеро до глубин 10–20 м. Выяснено, что сырая биомасса спирогиры сопоставима или даже превышает аналогичные значения, характерные для байкальских макроводорослей 1-го и даже 2-го растительных поясов. Массовое поздне-осеннее развитие стигеоклонииума в приурезовых сообществах всех трех котловин наблюдалось как в 2013, так и в 2014 гг.

2. Увеличение сырой биомассы (продуктивности) байкальских макрофитов мелководья. Так, в июне 2015 г. биомасса в первом растительном поясе (с доминированием улотрикса) некоторых участков Сев. Байкала достигала 3-5 кг/м², что многократно превышает максимальные значения прошлых лет (Ижболдина, 1990: июньский максимум не превышает 0,5 кг/м²).

3. Массовое развитие «сапрофитных» (см. ниже) и «свободноживущих» цианопрокариот в некоторых районах озера. Летом 2013-2014 гг. огромное количество осцилляториевых цианопрокариот обнаружено на гл. 10-15 м при драгировании южнее бух. Песчаной. Значительное развитие бентосных цианопрокариот наблюдалось также в мелководье губы Бол. Коты, Баргузинском заливе и др. (*Phormidium*, *Oscillatoria*, *Tolypothrix* spp. и др.).

4. В 2013-2014 гг. обнаружены гигантские береговые скопления (БСД) гниющих водорослей различного состава (спирогира, элодея, цианопрокариоты, *Cladophora glomerata*, высшие водные растения и др.), достигающие по сырому весу до 90 кг/м². Столь массовые БСД обнаружены для озера впервые. Они приурочены к прибрежной зоне западнее г. Северобайкальска, Чивыркуйскому заливу (Монахово), южному побережью Баргузинского залива (Максимиха, Ровесник), МРС, бух. Шида и пос. Култук. В Баргузинском заливе впервые обнаружены значительные БСД с доминированием «свободноживущих» цианопрокариот (*Tolypothrix* spp. и др.). Гигантские БСД обычно развивались в поздне-летний, осенний периоды. Впервые для июня обнаружено гигантское БСД из байкальских макрофитов в районе МРС (2015). Следовательно, массовое их развитие в сезонном аспекте сдвигается на более ранние сроки.

5. В 2013–2014 гг. обнаружены настоящие кладбища брюхоногих моллюсков (в основном, лимнеид), сотни тысяч раковин выброшены на берег. Они приурочены к местам наиболее массового развития спирогиры, на северной оконечности озера (Сеногда–Заречный). В июне 2015 г. аналогичные, но не столь масштабные кладбища обнаружены напротив пос. Максимиха.

6. В 2013-2014 г., в масштабах мелководной зоны практически всего озера, выявлено поражение (гибель, несколько видов болезней) эндемичных байкальских губок – как корковых, глобульных, так и ветвистых. По результатам 50 погружений сентября 2014 г. выявлено, что от 30 до 100% особей *Lubomirskia baikalensis* были либо повреждены, либо больны. В 2014 г. это явление в большинстве изученных мест Южн. котловины ограничивалось глубинами 15-20 м (Voedecker, pers. comm.), в 2015 затрагивает более глубокие районы. Впервые выявлено, что наиболее распространенное заболевание губок сопряжено с массовым развитием «сапрофитных» цианопрокариот рода *Phormidium* (Тимошкин и др., 2014). Нити водорослей подвижны и окрашены в темно-вишневый цвет. Светооптический анализ показывает, что в пятне поражения на 90-95% доминируют цианопрокариоты, 2-3 вида. Различной степени деформация наружной поверхности губки (т.е. – начальные стадии ее отмирания) в большинстве исследованных случаев (50-80%) предшествует массовому заселению ее цианопрокариотами. По предварительным данным, наиболее поражены ветвистые губки Южной котловины (залив Листвяничный, напротив пади Черная и др.), наименее – губки северо-западного участка (примерно Елохин-Большие Ольхонские ворота). Этот же участок, в основном, свободен от спирогир.

7. Выявлены превышения норм СанПин в поверхностных и придонных водах пляжей большинства прибрежных населенных пунктов по санитарно-показательным микроорганизмам. Их значительные концентрации обнаружены также в поровых водах пляжей, особенно – в лунках под БСД. Так, количество энтерококков может превышать 2000 КОЕ/100 ml.

Результаты 13-летних исследований прибрежной зоны свидетельствуют о крупномасштабной «скрытой эвтрофикации» мелководной и заплесковой зон озера Байкал (Тимошкин и др., 2014; Timoshkin, 2015). При этом огромная масса чистой воды Байкала и ветро-волновая активность препятствуют формированию стабильных повышенных концентраций биогенов в толще воды. Поэтому основные изменения происходят не в толще воды, что свойственно для большинства сравнительно мелководных озер, подвергшихся эвтрофированию, а на дне Байкала. Основными путями поступления излишних биогенов являются притоки, куда осуществляется сброс стоков и пассивная фильтрация последних сквозь грунт береговой зоны. По предварительным данным, только со стоками г. Северобайкальск в мелководную зону Сев. котловины за 2012-2014 гг. через р. Тья поступало 6 тонн P(PO⁴-) ежегодно, что привело к наиболее массовому развитию спирогиры за всю историю наблюдений. Сырая биомасса только выброшенных на берег водорослей осенью 2013 г. достигала 1400 тонн.

По мнению первого автора, наиболее вероятными причинами этих негативных процессов являются: а) многолетний сброс в озеро Байкал недостаточно очищенных, либо – вовсе не очищенных сточных вод (города Северобайкальск, Бабушкин, Байкальск, Слюдянка); б) разрушение очистных сооружений, построенных во времена СССР, либо их полное отсутствие в наиболее крупных прибрежных населенных пунктах, в которых осуществлялось и продолжает осуществляться массовое строительство объектов отдыха и проживания; как следствие – в) пассивная фильтрация стоков сквозь береговую зону и/или их поступление с притоками (большинство прибрежных населенных пунктов), г) массовый сброс фекальных и подсланиевых вод с многочисленных судов.

По данным мировой литературы (обзор: см., Тимошкина, в печати), массовое развитие спирогиры зачастую свойственно водоемам, куда сбрасываются недостаточно очищенные сточные воды. Помимо биогенов, два других фактора могут играть решающую роль: искусственное колебание уровня воды и климатические изменения. Все три фактора свойственны и Байкалу. Однако, по мнению ТОА, климатические изменения могут лишь катализировать эти процессы, но главенствующей роли не играют. Поступление излишних биогенов следует рассматривать как основной фактор массового развития макрофитов в прибрежной зоне озера.

Очевидно, что существующие государственные системы мониторинга не эффективны, поскольку они сверх сконцентрированы на слежении за центральным водным телом озера, мониторинг мелководной зоны (включая заплесковую) в систему не включен. Т.е. – эта система потенциально не способна диагностировать возможные поражения экосистемы дна озера Байкал, которые могут происходить вследствие «скрытой эвтрофикации».

Работа выполнена в рамках госбюджетного проекта № 01201353447 «Современное состояние, биоразнообразие и экология прибрежной зоны озера Байкал» и частично поддержана грантом РФФИ № 13-04-01270 и директором Института академиком М.А. Грачевым.

UNEXPECTEDLY HIGH SPECIES DIVERSITY REVEALED IN AN ENDEMIC GASTROPOD GENUS (*PARAMELANIA*) FROM LAKE TANGANYIKA: THE COMPLEMENTARY ROLE OF OLD AND NEW COLLECTIONS

Todd J.A.¹, Burgon J.D.², Michel E.³

¹Department of Earth Sciences, Natural History Museum, London, UK

²Institute of Biodiversity, Animal Health and Comparative Medicine, University of Glasgow, UK

³Department of Life Sciences, Natural History Museum, London, UK
j.todd@nhm.ac.uk

Lake Tanganyika's endemic 'superflock' of cerithioidean snails is perhaps the most diverse (>100 species) and morphologically disparate (18 genera) extant gastropod radiation within Ancient Lakes worldwide. Known generic diversity was discovered early and has grown little over the past century. Until now species diversity has been considered to be well known, excepting the single hyper-diverse genus, *Lavigeria*. One moderately diverse genus, the iconic *Paramelania*, has been known for 130 years and historically has been considered to comprise 2-5 morphologically variable species or 'forms'; but it has long been recognised that the genus is in need of revision. We decided to undertake a detailed re-examination based on the following materials:

–historic collections, 19th and early 20th century, Brussels (RBINS), London (NHM), Tervuren (MRAC) (mostly shells only): 321 lots, 6414 specimens

–A. Cohen research collection (shells): 69 lots, 1382 specimens

–E. Michel research collection (shells, EtOH specimens): 87 lots, 529 specimens

–Our aim was to answer the following questions:

1. Do finely divided shell-based groups (species) coincide with molecular clades based on sequencing COI and 16S gene fragments?

2. How do the species composition of historic and modern collections using a variety of methods (e.g. dredging, SCUBA) compare over 147 lake-wide collections?

3. Are within-site collections of living and dead (shell) specimens comparable?

We obtained DNA sequences (16S, COI) from specimens comprising five a priori, finely divided, shell-based species; robust molecular clades proved to be consistent with shell morphology. We used this correspondence to assess species diversity in the three major historic collections comprising shells only, including samples from the currently inaccessible Congo coast. We also re-assessed the two modern research collections (including radulae, opercula), largely from the Tanzanian coast, in the light of insights gained from historic samples.

The combined historic and modern collections comprised over 8395 shells from 147 lake-wide locations, with a marked difference in collection method, maximum depth and substrata between historic and modern collections. Geographic sampling was uneven, historically focused in Congo and Zambia, while modern samples were largely restricted to Burundi and Tanzania. Twenty-one species were separable using shell morphology (16 undescribed) – another two species are found in collections elsewhere. Historic and modern collections showed similar total diversity, 16 and 14 species respectively, but shared only 9 in common. High levels of sympatry were seen. Both wide-ranging species and short-ranged local endemics are present (n=7; undescribed) and evidence exists for extensive range shifts between dead and living populations.

Historic and modern collections give complementary views of diversity and distribution of *Paramelania*, capturing differences in geographic ranges and ecology. Unexpectedly high levels of 'hidden' diversity were found: 21 species, 16 undescribed. The value of fine-scale shell morphology in delimiting species within this genus was revealed here through strong molecular-morphological congruence. Our results emphasise that in systems with high local endemism, historic collections may contain undocumented diversity only revealed in a modern interpretive context. In such cases, species discovery needs to be undertaken on both modern and historical collections to get the most accurate view of biodiversity.