

Отчет
о научной деятельности стационара ЛИН СО РАН
в пос. Большие Коты за 2014 год

В 2014 году стационар ЛИН СО РАН в пос. Большие Коты работал с 12 марта по 9 декабря. На стационаре проведено семь экспедиций, а так же заседание рабочей группы по взаимодействию ФАНО России с молодыми учеными (рис.1) и заседание XII Международного симпозиума по биологии и менеджменту сиговых рыб. В экспедициях принимали участие научные сотрудники двух лабораторий ЛИН СО РАН. Общее количество работавших на стационаре сотрудников составило 110 человек.



Рис.1 Заседание рабочей группы по взаимодействию ФАНО России с молодыми учеными, 15 августа 2014г.

На базе стационара сотрудниками лаборатории гидрохимии и химии атмосферы, лаборатории гидрологии и гидрофизики Института совместно с институтом Оптики атмосферы СО РАН (г. Томск) были продолжены работы Байкальской атмосферно-лимнологической обсерватории (БАЛО). Продолжены исследования парниковых газов (метана, углекислого газа) в режиме мониторинга на французском газоанализаторе «Picarro», физических параметров атмосферы на аэрозольном фотометре. На стационаре осуществляется постоянный мониторинг метеопараметров и уровня воды озера Байкал, данные о котором поступают на сайт Лимнологического института www.hydro.lin.irk.ru.

В 2014 году на стационаре Института были продолжены работы по сбору и первичной обработке научного материала и проб литоральной зоны оз. Байкал в рамках выполнения тем государственного задания Института: № 0345–2014–0003 «Современное состояние, биоразнообразие и экология прибрежной зоны озера Байкал», науч. рук. д.б.н. Тимошкин О.А. и темы № 0345–2014–0007 «Изменение абиотических и биотических характеристик экосистемы озера Байкал под влиянием природных и антропогенных факторов», науч. рук. д.г.н., проф. Ходжер Т.В. В рамках этих проектов проводились комплексные исследования в заплесковой зоне побережья озера Байкал, в литоральной зоне бухты Большие Коты. В рамках многолетнего мониторинга осуществлялся отбор проб воды и биоты на станциях бухта Б. Коты – Кедровая, мыс Кадильный – Бабушкин, Б. Коты – Танхой.

Основные научные результаты, полученные при выполнении работ на стационаре:

Тема № 0345–2014–0007

Проведен анализ сезонной динамики суточного хода биогенных элементов и растворенных газов в литорали озера (рис 2). Минимальное содержание исследуемых компонентов было в летний период, когда активно развивались фитобентос и макрофиты. В подледный период (март-апрель) и предледоставный период (декабрь) суточные изменения содержания биогенных элементов были незначительны. Суточный ход кислорода и диоксида хорошо прослеживался в июне и августе. Значительные суточные изменения концентрации фосфатов, нитратов и кремния наблюдались в июне, а в августе из-за их низких концентраций не отмечено четкого суточного хода этих компонентов. Суточная динамика биогенных элементов и растворенных газов в разные сезоны хорошо коррелируют с изменениями величины и направления потоков углекислого газа.

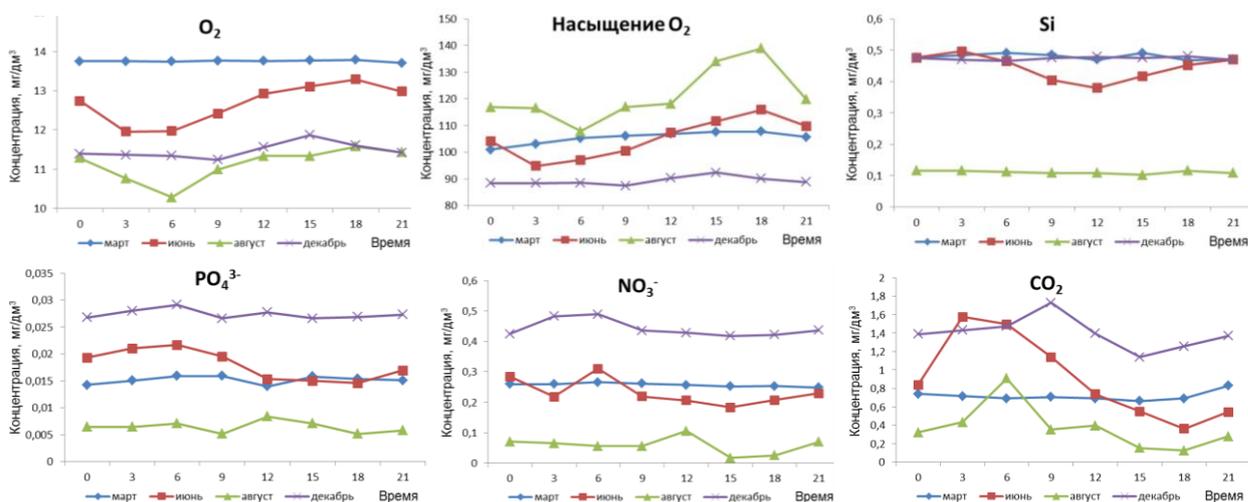


Рис. 2. Сезонная динамика суточного хода биогенных элементов в поверхностном слое воды литорали на ст. Большие Коты, 2014 г. (данные Домышевой В.М., Сакирко М.В.)

В соответствии с количеством фитопланктона первичная продукция была максимальной в зимний период, деструкция в августе. Выявлены различия в величине продукции и деструкции в зимний период, обусловленные качественным составом фитопланктона: в марте, когда на долю крупной водоросли *Synedra acus* subsp. *radians* (Kutzing) Skabitshevsky приходилось только 25% от общей численности, величина продукции была ниже, а деструкции выше, чем в апреле, когда концентрация этой водоросли достигала 70%. В августе весь кислород, полученный при продуцировании органического вещества, потреблялся в процессе деструкции. В декабре при минимальной годовой биомассе водорослей и уже разложившемся осеннем комплексе фитопланктона величина продукции и деструкции была близка к нулю.

В зимний период значительное воздействие на изменение химического состава воды по вертикали оказывает ледовый покров и развивающиеся на нижней границе льда сообщества фитопланктона, концентрация биогенных элементов, CO_2 увеличивается с глубиной, содержание O_2 снижается. В июне концентрация фитопланктона в придонном слое выше, чем в поверхностном, но сохраняется такое же вертикальное распределение концентрации химических компонентов. Одной из причин такого распределения является, вероятно, преобладание в придонном слое деструкционных процессов. В августе более высокое содержание фитопланктона в придонном слое и интенсивное развитие фитобентоса и макрофитов изменяют характер распределения концентрации химических компонентов: концентрация биогенных элементов и CO_2 уменьшается к придонному слою, а концентрация O_2 возрастает. Осенние шторма выравнивают содержание всех химических компонентов по глубине.

В июне была проведена апробация нового проточного флуориметра. В декабре прибор был введен в режим рутинных наблюдений в составе аппаратного комплекса на обсерватории. Осуществлен ввод в режим регулярных наблюдений двух эквиваленторов, один из которых осуществляет непрерывный забор пробы воды из поверхностного слоя, а второй из придонной области. Такая система обеспечивает измерение парциального давления CO_2 и CH_4 в поверхностной и придонной воде (рис. 3). Через систему электронных клапанов автоматически осуществляется подача пробы анализируемого воздуха в газоанализатор Picauno-Model G2301-f, который осуществляет одновременное высокоточное измерение концентраций углекислого газа (точность регистрации 0,3 ppm), метана (точность регистрации 3 ppb). В каждом часовом измерительном цикле проводится последовательная регистрация парциального давления CO_2 и CH_4 в двух эквиваленторах, в приводной атмосфере, в плавающей камере до ее проветривания и после проветривания, что обеспечивает расчет потоков газов.

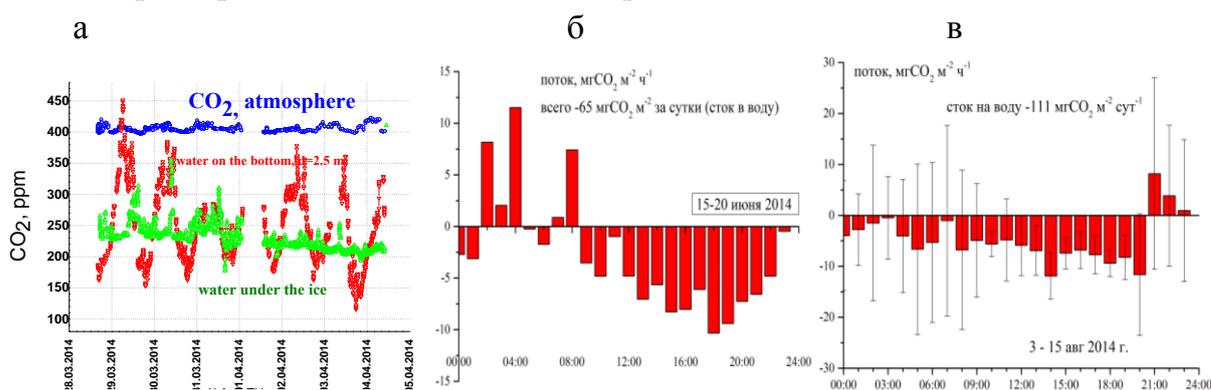


Рис. 3. Временная развертка содержания CO_2 в атмосфере, подледной и придонной воде в марте (а); среднесуточные потоки углекислого газа для июня (б) и августа (в) 2014 г. (данные Домышевой В.М., Сакирко М.В.)

Создана и апробирована система автоматической калибровки газоаналитического комплекса. Вначале проводится закачка атмосферного воздуха

в отдельный баллон («референтный» газ). Перед каждым измерительным циклом осуществляется калибровка газоанализатора по аттестованным поверочным газовым смесям ПГС (CO_2 -220, 395 и 426 ppm, CH_4 - 8 ppm и введением дозированного количества газа с 8% содержанием метана). Затем осуществляется измерение содержания CO_2 и CH_4 в газе из «референтного» баллона. Далее в процессе рутинных измерений каждый час осуществляется автоматическое переключение (экспозиция 3 минуты) газоанализатора на «референтный» газ, который и используется для регулярного контроля калибровки. Такой подход позволяет, не снижая точности калибровки, минимизировать расход дорогостоящих ПГС. По окончании цикла наблюдений осуществляется повторная калибровка прибора и «референтного» газа с использованием ПГС.

В 2014 году проанализированы результаты первых экспериментов по измерению суточного хода парциального давления углекислого газа и изотопного отношения $\delta^{13}\text{C}$ в поверхностной и придонной воде. В основе используемой нами методики определения $\delta^{13}\text{C}$ осуществляется прокачка исследуемого воздуха через ловушки, заполненные 40% раствором особо чистого едкого калия (KOH), эффективно поглощающего CO_2 . Забор проб анализируемого воздуха производится в течение 1,5-2 часов (около 100 литров) из атмосферы и внутренних камер эквивалентаторов, в которые поступает вода через насосы, один из которых расположен на глубине 50 см («поверхность»), второй на глубине 2,5 м («дно»). Дальнейший анализ проводится в лаборатории изотопных методов Томского филиала Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья по аттестованной методике.

Показано, что парциальное давление углекислого газа по всей толще воды (расстояние до дна 2,5 м) имеет хорошо выраженный суточный ход. Отмечено, что в ночное время придонная концентрация CO_2 превышает величину, регистрируемую в поверхностном слое воды, и, наоборот, в послеполуденное время наблюдается обратная картина. В темный период суток величины $\delta^{13}\text{C}$ для поверхностной и придонной воды практически одинаковы и их величины находятся в диапазоне значений, характерных для водорослей ($\delta^{13}\text{C}$ -17, -20). Далее с восходом солнца и соответственно началом фотосинтетической активности планктона концентрация CO_2 в поверхностной воде снижается, поток из атмосферы на водную поверхность растёт. В это время величина $\delta^{13}\text{C}$ для поверхностной воды увеличивается и в момент наибольшего стока (послеполуденное время) приближается к значениям, характерным для атмосферы. В ночной период происходит обратный процесс, где $\delta^{13}\text{C}$ поверхностной воды приближается к $\delta^{13}\text{C}$, которая регистрируется для придонной воды. Оказалось, что в придонной воде (глубина отбора 2,5 м) в течение суток величина $\delta^{13}\text{C}$ практически постоянна. Отсюда следует вывод о том, что основная доля углекислого газа при дневном стоке из атмосферы, сосредоточена в относительно ограниченном слое поверхностной воды.

Тема № 0345–2014–0003

В рамках исследования межгодовой и сезонной динамики сообществ мейо- и макрозообентоса заплесковой зоны озера Байкал отобрано более 80 количественных проб в бухте Б. Коты. Пробы взяты на урезе воды и на расстоянии до 1 м выше уреза (рис. 4). Параллельно с отбором зообентоса анализировались температура, электропроводность, микробиологические и гидрохимические показатели интерстициальной воды. В настоящее время проводится первичный разбор вышеуказанных бентосных проб и анализ количественных показателей (численность, биомасса) таксономических групп.

Во время работы на стационаре в бухте Б. Коты в июле 2014 года был совершен однодневный выезд на НИС «Папанин» в бухту Песчаная для изучения вертикального распределения организмов псаммона (сообществ песчаного грунта пляжей) в заплесковой зоне. К настоящему времени установлено, что организмы псаммона проникают в толщу пляжа на урезе воды до глубины 55 и более см, с максимальной численностью в 25-30 см слое песка. На расстоянии 0,5 и 1 м выше уреза их наибольшая плотность выявлена в верхних слоях 5-10 см. Встреченная нами в изученном биотопе максимальная численность (3,2 млн. экз./м²) является наибольшей из когда-либо зарегистрированных значений для озера Байкал. Подобные показатели отмечены лишь для литоральных биотопов эвтрофного залива оз. Ладожское (Курашев, 2011) и Рыбинского водохранилища (Гусаков, 2007). При этом необычно доминирование тихоходок (Tardigrada) в байкальском псаммоне, тогда как в других водоемах преобладают нематоды, копеподы и олигохеты.



Рис.4. Отбор проб в заплесковой зоне бухты Б. Коты.

Изучено состояние спонгиофауны мелководной зоны в бухте Б. Коты. Выявлено, что к моменту исследования все формы эндемичных байкальских губок (корковые, глобульные и ветвистые) имели поражения или погибли. На глубинах 4-6 м напротив реки Черная и стационара ЛИН СО РАН это явление коснулось 100%

губок. Впервые обнаружено, что наиболее распространенное заболевание губок сопряжено с массовым развитием цианопрокариот или сине-зеленых бактерий рода *Phormidium*. В настоящее время исследуются типы заболеваний, возможные их причины, а также наличие токсинов, так как широко известно, что некоторые представители сине-зеленых способны продуцировать токсины. На рисунке 5 показаны все стадии деградации и отмирания наиболее массового вида мелководных эндемичных губок *Lubomirskia baikallensis* Pall.

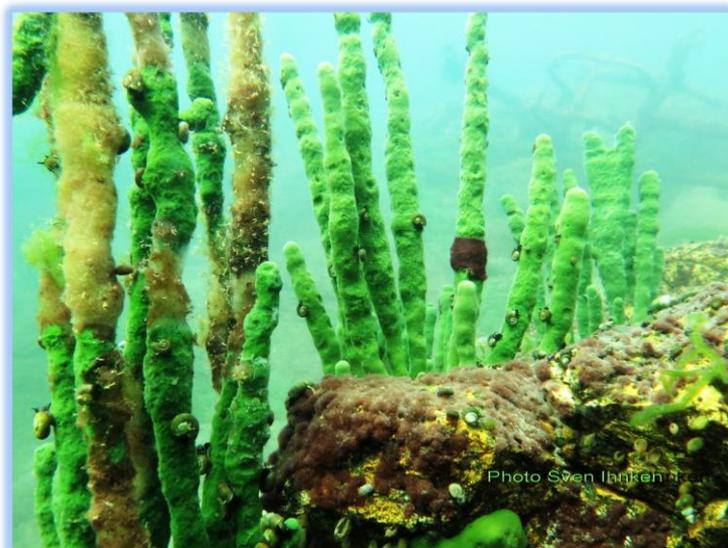


Рис. 5. *Lubomirskia baikallensis* Pall., бухта Б. Коты, напротив стационара ЛИН СО РАН, глубина около 5 м.

На основании полученных результатов на стационаре в п. Большие Коты опубликовано 4 статьи в рецензируемых журналах и сделано 4 доклада на двух конференциях.

Перечень публикаций:

Домышева В.М., Усольцева М.В., Сакирко М.В., Пестунов Д.А., Шимараев М.Н., Поповская Г.И., Панченко М.В. Пространственное распределение потоков углекислого газа, биогенных элементов и биомассы фитопланктона в пелагиали оз. Байкал в весенний период 2010-2012 гг. // Оптика атмосферы и океана. – 2014. – Т. 27, № 6. – С. 539–545.

Тимошкин О.А., Лухнев А.Г., Попова О.В., Зайцева Е.П. Фауна и особенности распределения микротурбуллярных заплесковой зоны оз. Байкал с описанием новых видов рода *Opisthocystis* (Plathelminthes, Turbellaria, Kalyptorhynchia) из озера Байкал // Зоологический журнал. – 2014, № 3. С. 1–14.

Тимошкин О.А., Бондаренко Н.А., Волкова Е.А., Томберг И.В., Вишняков В.С., Мальник В.В. Массовое развитие зелёных нитчатых водорослей родов *Spirogyra* Link и *Stigeoclonium* Kutz. (CHLOROPHYTA) в прибрежной зоне Южного Байкала // Гидробиологический журнал. – 2014, №5. – С. 15–26.

Sitnikova T.Va., Pomazkina G.B., Sherbakova T.A., Maximova N.V., Khanaev I.V., Bukin Y.S. Patterns of diatom treatment in two coexisting species of filter-feeding freshwater gastropods // Knowledge and management of aquatic ecosystems. – 2014. – V. 413, № 8. – <http://dx.doi.org/10.1051/kmae/2014003>

Перечень докладов

Панченко М.В., Пестунов Д.А., Тумаков А.Г, Падалко Н.Л., Черников Е.В., Праздничных М.И., Домышева В.М. Суточный ход потока углекислого газа и изменение изотопного отношения $\delta^{13}\text{C}$ в атмосфере, поверхностной и придонной воде в литорали оз. Байкал // X Международный симпозиум «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы». 23.06.2014 - 27.06.2014, Новосибирск; 2014. – С. 137–138.

Пестунов Д.А., Шамрин А.М., Домышева В.Н., Сакирко М.В., Иванов В.Г., Панченко М.В. Оценка потоков углекислого газа и метана в литорали Южного Байкала // XXI Рабочая группа «Аэрозоли Сибири». г. Томск: Изд-во: Институт оптики атмосферы СО РАН. – 2014. – С. 14.

Сакирко М.В., Домышева В.Н., Панченко М.В., Пестунов Д.А. Сезонная динамика растворенных газов, биогенных элементов в воде озера Байкал и потоков углекислого газа на границе «вода–атмосфера» // XXI Рабочая группа «Аэрозоли Сибири». г. Томск: Изд-во: Институт оптики атмосферы СО РАН. – 2014. – С. 24.

Домышева В.Н., Сакирко М.В., Усольцева М.В., Панченко М.В., Пестунов Д.А. Вертикальное распределение растворенных газов и биогенных элементов в литорали Южного Байкала // XXI Рабочая группа «Аэрозоли Сибири». г. Томск: Изд-во: Институт оптики атмосферы СО РАН. – 2014. – С. 26.