

Отчет
о работе Арахлейского аквального стационара
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
в 2013 г.

Арахлейский аквальный стационар расположен в Беклемишевской впадине между Яблоновым и Осинovým хребтами в 50 км от г. Читы (80 км по трассе) на территории буферной зоны оз. Байкал.

1. Материальная часть

Арахлейский аквальный стационар функционирует круглогодично.

Стоимость основных средств – 1 703 955,09 руб.

Площадь занимаемого земельного участка – 9,8 га.

Выделено из средств бюджета – 274,9 тыс. руб.

Израсходовано: 306 730, в том числе из бюджета – 274 830 руб.

ст. 340 – 122,4 тыс. руб.

ст. 211 + ст. 213 – 31,21 тыс. руб.

ст. 225 – 46 тыс. руб.

ст. 221 – 7,8 тыс. руб.

ст. 310 – 99,32 тыс. руб.

Из собственных средств – 31,9 тыс. руб.

2. Организационная часть

В 2013 г. на Арахлейском стационаре работали сотрудники лабораторий:

Геофизики криогенеза (зав. лаб. д.ф.-м.н. *Бордонский Г.С.*).

Водных экосистем (зав. лаб. к.б.н. *Итигилова М.Ц.*).

Растительных ресурсов (зав. лаб. к.б.н. *Макаров В.П.*).

Эколого-экономических исследований (зав.лаб. д.э.н. *Глазырина И.П.*).

Проведен семинар по Интеграционному проекту СО РАН № 56 (рук. ак. *Дегерменджи А.Г.*).

Данные по количеству отработанных дней приведены в таблице 1.

Всего в проведении научно исследовательских работ на стационаре принимали участие:

24 сотрудника Института;

1 аспирант;

4 сотрудника СО РАН (ИЗК СО РАН), 2 сотрудника др. организаций (таблица 3);

2 магистранта.

Полевые исследования на Арахлейском аквальном стационаре проводятся круглогодично.

С 2011 совместно с Институтом земной коры проводятся геодинамические исследования территории Центральной и Восточной Азии с использованием системы GPS. Имеется договор о научно-техническом сотрудничестве с Институтом земной коры СО РАН (Договор №11-002 от 24 октября 2011 г.) сроком на 5 лет. По данному договору в 2013 г на стационаре работали 4 сотрудника ИЗК СО РАН.

3. Научная часть

3.1. Научная тематика стационара и объекты исследований

Исследование микроволновых радиационных характеристик ледяных покровов; моделирование импульсных воздействий на электромагнитные свойства пресного льда; изучение распространения электромагнитных волн в слоистых средах.

Объект исследования: ледяные покровы Ивано-Арахлейских озер.

Изучение сообществ гидробионтов для выявления динамики экосистемы озер в зависимости от колебаний уровня воды.

Объект исследования: оз. Арахлей.

Исследование лиственничных сообществ естественного возобновления; объект исследования – лесные участки в районе Арахлейского стационара.

Изучение геодинамики территории Забайкалья методами спутниковой геодезии.

Объект исследования: земная кора территории Забайкалья.

3.2. Перечень интеграционных и других проектов, выполняемых с использованием стационара

Проект VIII.79.1.3. Гидрогеохимия, криогеохимия и электрофизические свойства ледяных образований в зоне техногенеза рудных месторождений Забайкалья. Руководитель: д.ф.-м.н. *Г.С. Бордонский*.

Проект VIII.79.1.2. Динамика природных и природно-антропогенных систем в условиях изменения климата и антропогенной нагрузки (на примере Забайкалья). Руководитель: к.г.н. *В.А. Обязов*.

Грант РФФИ №12-03-31237 «Микроволновые свойства соленого льда в диапазоне температур от -20°C до -190°C ». Руководитель: *К.А. Щегрина*.

Полевые гранты СО РАН (рук.д.ф.-м.н. *Г.С. Бордонский*, к.б.н. *М.Ц. Итигилова*, *В.П. Макаров*).

4. Основные результаты исследований

4.1. Геофизические исследования

1. Выполнены измерения интенсивности радиотеплового излучения ледяного покрова оз. Арахлей на небольших площадях и построены радиоизображения в псевдоцвете на длинах волн 2,3 см и 3 см. (рис. 1). На обнаруженных аномальных участках исследована минерализация льда и особенности структуры данной области.

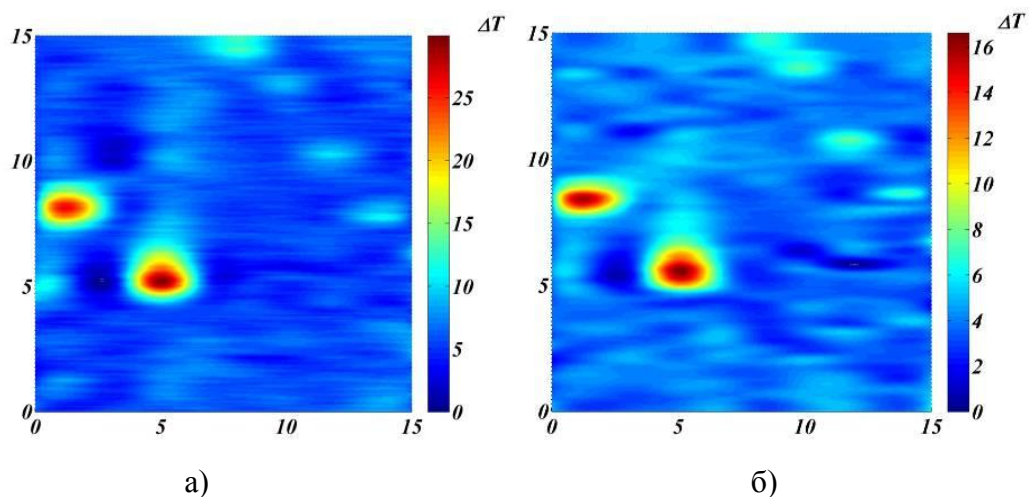


Рис. 1. Поле радиояростной температуры, измеренное с помощью радиометрической аппаратуры на участке $15 \times 15 \text{ м}^2$ на двух длинах волн: а) 2,3 см; б) 3 см.

На участках повышенной яркости обнаружена более высокая минерализация льда, достигающая $\sim 3\text{-}5 \text{ мг/кг}$, в то время как, на участках с меньшей радиояростной температурой (наблюдали её значения приблизительно на 8 К ниже), минерализация составляла $0,5\text{-}1,0 \text{ мг/кг}$. Данный результат подтверждает представление о том, что загрязнённый солевыми включениями ледяной покров может являться их индикаторами при дистанционных микроволновых измерениях. В данном случае два обнаруженных объекта, как оказалось после удаления снежного покрова высотой $\sim 10 \text{ см}$, являлись замерзшими лунками. При замерзании лунок в лед захватывается несколько больше солей, чем в естественный ледяной покров, из-за более высокой скорости замерзания воды.

2. Выполнялись измерения радиофизических свойств льда для целей сравнения с радарными изображениями РСА (радиолокаторов с синтезированной апертурой),

являющихся эффективным средством исследования поверхности Земли из-за их всепогодности. На рис. 2 приведены радарные изображения ледяного покрова двух озер, полученные в феврале 2012 г.

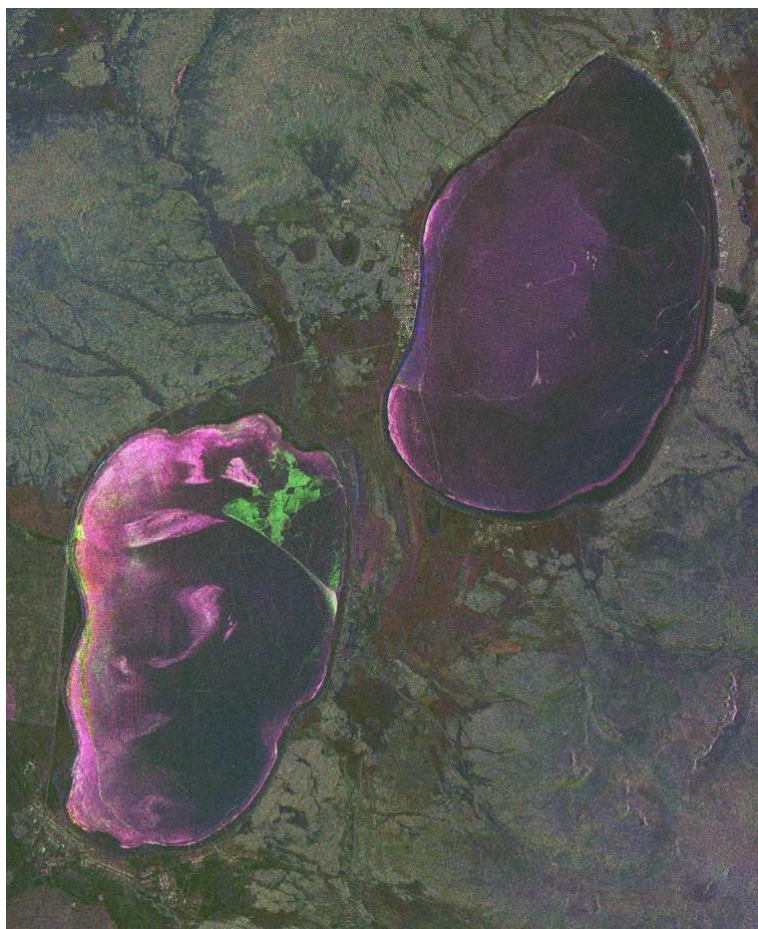


Рис. 2. Радарное изображение ледяного покрова Ивано-Арахлейских озер. COSMO-SkyMed $\lambda=3$ см. Февраль 2012 г. Пространственное разрешение $L\sim 3$ м.

Из снимков, представляющих распределение мощности обратного рассеяния микроволнового излучения локатора, следует, что более эвтрофированное озеро Шакшинское (по сравнению с оз. Арахлей) имеет и более сложную структуру льда. Это связано с захватом в лед фрагментов высшей водной растительности, которые и создают рассеивающее излучение центры.

В 2013 выполнялись как радиометрические, так и радиолокационные (активные) наземные измерения при установке аппаратуры на автомобиль. На рис. 3 представлены записи радиояркостной температуры и мощности обратного рассеяния микроволнового излучения при измерениях на льду оз. Шакшинское. Анализ данных на рис. 3 позволяет предположить наличие участка с замороженной в лёд растительностью. Однако по сравнению с 90-ми годами прошлого столетия и началом нового столетия, наблюдается уменьшение площади, где имеет место такой захват.

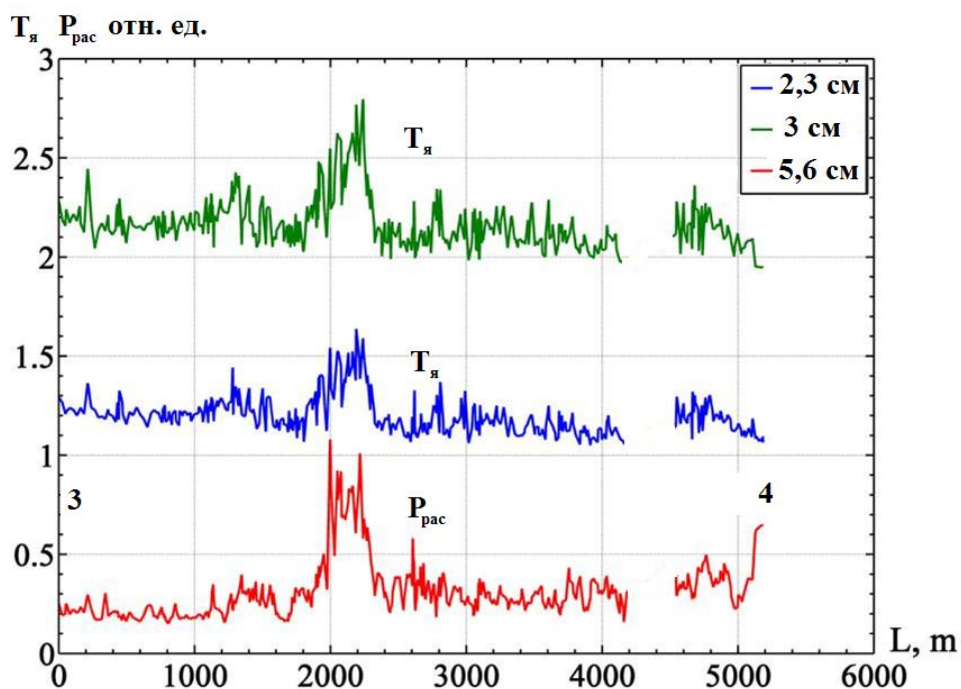


Рис. 3. Измерения с автомобиля на оз. Шакшинское в марте 2013 г. радиояркой температуры $T_{я}$ на волне 2,3 см и 3 см, а также мощности рассеяния $P_{рас}$.
Графики в относительных единицах.

По результатам данных исследований можно сделать вывод о возможности использования систем РСА, имеющих высокое пространственное разрешение (~ 1 м), для изучения ледяных покровов и оценки параметров, имеющих важное значение для экологических исследований. В то же время подтверждается необходимость микроволновой радиометрии, которая позволяет обнаружить объекты с особыми свойствами, не выявляемые при радарных измерениях (солевые включения малой концентрации и включения планктонных организмов).

3. Выполнялись исследования других особенностей льда. В частности, поиск микроволнового излучения при быстрой деформации льда, когда в среде достигается давление порядка 100 бар. Измерения выполняли при взрывах небольших пороховых зарядов, вмороженных в блоки льда, на частотах вблизи 4 ГГц, 10 ГГц, 13,5 ГГц. Обнаружено собственное излучение на частоте 13,5 ГГц. Предварительный анализ результатов указывает на появление такого излучения в области более высоких частот (выше 13,5 ГГц).

Кроме того, продолжено изучение добавочных электромагнитных волн, ранее обнаруженных при наших исследованиях. В выполненных в 2013 г. измерениях использовали частоту 22 ГГц, которая соответствует линии вращательного спектра молекул воды.

Была обнаружена анизотропия принимаемого сигнала при повороте антенны приемника на 180° вдоль своей оси. Из общих соображений о симметрии свойств антенны несовпадение измеренных сигналов не должно наблюдаться. Возможное объяснение следует из пространственной вариации продольной оси, вдоль которой вращали антенну с целью изменения поляризации приемного устройства, и высокой чувствительности уровня сигнала к таковой вариации. Антенна могла быть направлена на разные части ледяного покрова, которые находятся в различных условиях (температура, механические напряжения, различия структуры кристаллов).

4.2. Биологические исследования

4.2.1. Гидробиологические исследования

Продолжены многолетние мониторинговые исследования сообществ гидробионтов оз. Арахлей, для выявления динамики экосистемы озера, в зависимости от колебаний уровня воды.

Выполненные работы и некоторые результаты полевых исследований

На Арахлейском стационаре за отчетный период были проведены натурные исследования в следующие месяцы: март, апрель, май, июнь, август, декабрь 2013 г. Количество отобранных гидробиологических проб (оз. Арахлей) составило 279 (табл. 1, 2, 3).

1. В результате исследований отмечена смена доминантного состава в сообществах высших водных растений, в следующем направлении *Charasp.* + *Nitellaopaca* (1967 г.) → *Nitellaopaca* + *Ceratophyllumdemersum* (1974 г.) → *Ceratophyllumdemersum* + *Lemnatisulca* (1998-2000 гг.) → *Ceratophyllumdemersum* (2013 г.).



а



б

Рис. 1. Сообщества *Ceratophyllumdemersum*L. в оз. Арахлей.

Условные обозначения: а – всплывшие растения, на глубинах 3,0 м; б – растения на якорю.

2. В 2008-2009 гг. на примере оз. Арахлей была предложена модель, согласно которой в условиях ограниченности трофических ресурсов колебания биомассы хирономид происходят в небольшом диапазоне (Матафонов, 2013). На основе данной модели были рассчитаны параметры таксоценохианомида. В 2008-2011 гг. реальные биомассы таксоценов в целом соответствовали расчетным значениям. Результаты исследования декабря 2012 г. выявили более широкий диапазон колебаний биомассы хирономид (от 15,84 до 36,81 г/м²), что возможно обусловлено изменяющимися условиями среды (рис. 2).

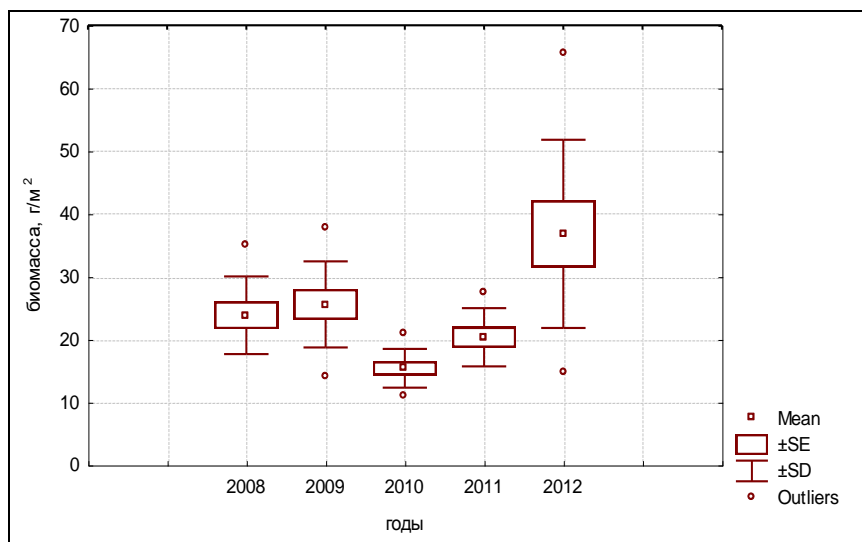


Рис. 2. Межгодовая динамика биомассы зообентоса профундальной зоны озера Арахлей по ее состоянию на декабрь (январь в 2011 г.)

3. В зависимости от колебания уровня воды, изменяются границы литоральной и профундальной зоны, это обуславливает смену видового состава и структуры сообществ зообентоса. В 2013 г. на западном побережье оз. Арахлей определены границы сублиторальных сообществ зообентоса, с преобладанием личинок *Microtendipespedellus* и профундальных – с доминированием личинок *Chironomussolitus*. Контактная зона между сообществами находится в зоне современных изобат 11 м. С увеличением уровня воды в озере следует ожидать смещение контактной зоны от настоящего положения в направлении от центра озера.

4.2.2. Исследование растительных ресурсов

В районе Арахлейского стационара исследованы лиственничные сообщества. Древостой включает также березу и сосну. Лиственничники разного возраста, доминируют здоровые деревья среднего генеративного возраста. Естественное возобновление на площадях различной интенсивности. Лесные сообщества подвергались воздействию низового пожара. На отдельных участках деревья вырублены (рис. 3).



Рис. 3. Незаконная вырубка и следы пожара на пробной площади.

Перечень публикаций в рецензируемых изданиях, в которых нашли отражение результаты, полученные при работе на стационаре в 2013 г.

1. Цыбекмитова Г.Ц., Фалейчик Л.М. Антропогенная нагрузка на водосборный бассейн Ивано-Арахлейских озер (Восточное Забайкалье) // Вода: химия и экология. – 2013. – № 2. – С. 3-11.

2. Гурулев А.А., Орлов А.О., Цыренжапов С.В. Выявление внутренних неоднородностей в пресном ледяном покрове с использованием пассивной радиолокации // Известия ВУЗов. Физика. – 2013. – Т. 56. – №9. – С. 38-41.

3. Бордонский Г.С., Гурулев А.А., Орлов А.О., Цыренжапов С.В. Изучение механизма образования добавочных электромагнитных волн в ледяных структурах и возможные задачи дистанционного зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли. – 2013. – №3. – С. 193-200.

4. Гурулев А.А., Крылов С.Д., Цыренжапов С.В. Радиолокационное определение неоднородностей ледяного покрова пресных озер // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета. – 2013. – №5(51). – С. 115-116.

5. Ивано-Арахлейские озера на рубеже веков (состояние и динамика). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 337 с.

Другие показатели приведены в таблицах (Приложения)

Зам. директора
ИПРЭК СО РАН

Г.С. Бордонский

8 (3022) 354063
8 (3022) 262433
lgc255@mail.ru

Таблица 1

№ п/п	Полное наименование подразделения	Работали на стационарах		Всего чел.×сут.	Виды и количество рейтинговых публикаций, защищенных диссертаций, в которых использовались материалы, полученные на стационарах:					
		сотрудн.	суток		монографий	статей в журналах	докладов на межд. конференциях	учебных пособий	кандидатских	докторских
1	Лаборатория геофизики криогенеза	10	30	300		3	1			
2	Лаборатория водных экосистем	9	31	279	1	1	2			
	Лаборатория растительных ресурсов	5	10	50						

Таблица 2

№ п/п	Лаборатория	Наименование конференций, где были представлены доклады с результатами исследований на стационарах	Научно-организационные мероприятия на стационарах			Участие в экспедиционных работах и ознакомительных практиках (количество)		
			конференции	семинары	школы	аспирантов	студентов	школьников
1	Лаборатория геофизики криогенеза	Международная конференция RSAP 2013, г. Владивосток (Дистанционное зондирование окружающей среды: научные и прикладные исследования в Азиатско-Тихоокеанском регионе)		Интеграционный Проект СО РАН № 56		1	2	
2	Лаборатория водных экосистем	1. Научно-практическая конференция «VI Всероссийский Конгресс с международным участием Конгресс молодых учёных-биологов «Симбиоз – Россия 2013»». – Иркутск, 2013. 2. The 1st International Scientific Conference (Volume 1). February 18-19, 2013. Stuttgart, Germany						

Таблица 3

№ п/п	Наименование лаборатории	Участие или совместные работы на стационаре (ах) с другими организациями, посещение стационаров иностранными учеными	Наименование российских организаций			Наименование зарубежных организаций	Международные программы, в которые включены работы на стационарах	ФИО ученых из других стран
			РАН	СО РАН	Других			
1	Лаборатория эколого-экономических исследований	2			1. ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет» 2. ФГУП Госрыбцентр (Байкальский филиал)			
2	Лаборатория геофизики криогенеза	1		Институт земной коры				