

## АННОТАЦИЯ РАБОТ

**Государственный контракт № 02.740.11.0018 от** 15 июня 2009

**Тема:** «Разработка новых методов исследований, мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы озера Байкал, и создание устойчивой системы подготовки научно-педагогических кадров в рамках НОЦ «Байкал»

**Исполнитель:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «ИГУ»)

**Ключевые слова:** Озеро Байкал, долговременный мониторинг, химическое загрязнение, атмосферные аэрозоли, изменения климата, тенденции состояния экосистемы, математические модели экосистем, биотестирование, обмен вод, температура, течения, газогидраты, фито-планктон, зоопланктон, бактериопланктон.

### 1. Цель проекта.

1. Озеро Байкал – крупнейший резервуар чистой воды, населенный уникальным биологическим сообществом является одним из самых изученных озер мира, однако, до сих пор многие принципиальные стороны функционирования его экосистемы остаются не ясными. Сложности в исследовании озера связаны, в частности, с тем что наряду с относительно слабыми общими трендами в изменении показателей, которые качественно и количественно характеризуют биотические и абиотические компоненты экосистемы озера Байкал, существует достаточно сильная межгодовая и межсезонная изменчивость различных процессов, так же обычно наблюдается большая неоднородность в пространстве большинства гидрофизических, гидробиологических и гидрохимических показателей среды.

2. Основная цель данного проекта состояла в том, чтобы объединить в рамках НОЦ «Байкал» усилия исследователей 3-х институтов РАН и Иркутского государственного университета для разработки новых методов и создания систем долговременного многопараметрического мониторинга состояния атмосферы и гидросферы озера Байкал и Прибайкальской природной территории, выполнить комплексных исследований атмосферных, гидрофизических, биогеохимических и других процессов в экосистеме озера Байкал, построить на базе полученных данных междисциплинарные модели ее функционирования, прогнозирующие результаты воздействия антропогенной нагрузки и глобального изменения климата на природную среду региона. Второй важнейшей целью проекта являлось создание устойчивой системы подготовки и закрепления специалистов, научных и научно-педагогических кадров на базе интеграции ведущих научных и образовательных учреждений России и зарубежных стран для проведения междисциплинарных научных исследований процессов в атмосфере и гидросфере озера Байкал.

### 2. Основные результаты проекта.

В рамках проекта выполнены комплексные исследования гидрофизических процессов горизонтального и вертикального обмена вод в Байкале, которые играют важнейшую роль в экосистеме озера, насыщая всю водную толщу кислородом и перераспределяя питательные вещества, они во многом определяют не только биологические ритмы, особенности биоразнообразия и эндемизма байкальских гидробионтов, но и саму возможность существования жизни в глубинной зоне озера. В дополнение к традиционным методам исследования для сбора данных о гидросфере озера Байкал разработан новый научно-методический подход долговременного многопараметрического мониторинга показателей среды с помощью приборов, расположенных на автономных притопленных буйковых станциях, а также на станциях, связанных донными кабельными линиями с береговым центром Байкальского нейтринного телескопа НТ200. В дополнение к наблюдениям за температурой, минерализацией, скоростью течений и т.д. с помощью современных высокоточных приборов промышленного производства в рамках проекта разработаны новые методы, приборы и программное обеспечение для измерений пер-

вичных гидрооптических характеристик, свечения байкальской воды, электрического поля Земли, гидроакустических исследований. С помощью этих инновационных методов измерений удалось, например, впервые наблюдать процесс присклонового опускания холодных вод в придонную зону озера, эффект и предвестники землетрясения в вертикальной компоненте электрического поля Земли, открыть эффект частотной дисперсии затухания звука в байкальской воде. На основе детального анализа полученных с помощью нескольких сотен гидрофизических, оптических, акустических и других приборов данных построено ряд моделей горизонтального и вертикального обмена вод и переноса биогенных элементов в условиях прямой и обратной температурной стратификаций, которые описывают конвективные процессы в деятельной зоне, вынужденную глубинную конвекцию, прибрежные и глубоководные апвеллинги и т.д., проведены количественные расчеты масштабов обновления глубинных и придонных вод озера Байкал, вертикального массопереноса, температуропроводности и т.д.

Проанализировано влияние двух ведущих внешних возмущающих воздействий – роста температуры воздуха и химического загрязнения озера с водами притоков, выпадениями из атмосферы, других источников на экосистему озера Байкал. Для проведения этих исследований развиты новые методы, в том числе, основанные на рентгенофлуоресцентном анализе состава аэрозольных частиц, органических и неорганических составляющих водной среды, разработаны новые стандартные образцы состава (СОС). Определено происхождение химического состава аэрозолей и атмосферных осадков и выявлены главные их источники. Выделены элементы преимущественно терригенного (Al, Fe, Ca, Mg, Na) и техногенного (As, Sb, Zn, Pb, Cr) происхождения. Показано увеличение вклада техногенных поллютантов в холодный период вблизи источников загрязнения по мере роста объемов сжигаемого топлива и снижения самоочищающей способности атмосферы.

В ходе проекта большое внимание уделено развитию новых методов биотестирования, как инструмента для более надежного экологического контроля состояния окружающей среды. Показано, что из приоритетных токсикантов для байкальской биоты наиболее токсичны соединения фенольного ряда, соли тяжелых металлов, поверхностно активные вещества. Разработанные на байкальских губках тесты дают возможность оценить всю тяжесть антропогенного пресса на самый многочисленный класс зообентосных животных.

При прогнозировании последствий роста температуры и продолжения токсификации и эвтрофирования было обнаружено, что основным следствием повышения температуры воды должен стать рост биомассы водорослей. При сохранении современного уровня химической нагрузки на озеро, следует ожидать сохранения тенденций снижения численности и биомассы подледных эндемичных коловраток, угнетения развития подледной популяции эпишуры, подледных эндемичных диатомовых водорослей, роста численности и биомассы летних неэндемичных видов зоопланктона (циклопа и кладоцер) и водорослей, усиления развития бактерий, что, в конечном итоге, может привести к изменению трофического статуса озера Байкал и, как результат, - к ухудшению качества его воды. Показано, что продолжение роста температуры в будущем не является достаточно убедительным. Модельный анализ показал, что на экосистему озера больше воздействует химическая нагрузка, а не рост температуры.

### **3. Назначение и область применения результатов проекта.**

Озеро Байкал содержит около половины мировых запасов воды непосредственно пригодной для питья, что в условиях нарастающей нехватки чистой воды в мире может сыграть ключевую роль в будущем геополитическом статусе России. Экосистема озера имеет множество уникальных особенностей, например, Байкал является единственным глубоководным пресноводным водоемом, жизнь в котором распространена до самого дна. Две трети обитателей Байкала – эндемики. Беспрецедентны механизмы Байкала по самоочищению, определяющие исключительную чистоту его воды.

Огромные размеры Байкала делают его весьма консервативной системой, поэтому в большинстве случаев изменения в экосистеме Байкала происходят достаточно медленно, но раз начавшись, они могут оказаться необратимыми. В этой ситуации большое значение для понимания функционирования экосистемы озера Байкал и организации рационального природопользования имеют новые знания о динамике и взаимном влиянии биогеохимических, гидрофизических, атмосферных и других природных процессов, полученные новыми методами на

основе данных долговременного многопараметрического мониторинга атмосферы и гидросферы Байкала и Прибайкалья. Без таких знаний трудно дать правильную оценку современного состояния экосистемы Байкала, создать научно обоснованный прогноз изменений, которые, вероятно, происходят из-за глобальных природных процессов и в результате антропогенной деятельности.

Представляется исключительно важным установить в различных районах озера Байкал, в первую очередь, в районах повышенной антропогенной нагрузки в районе БЦБК, устья реки Селенга, г. Слюдянка и т.д. разработанные в рамках проекта системы долговременного многопараметрического мониторинга водной среды на базе притопленных буйковых станций. Такие системы долговременного мониторинга должны быть оснащены не только промышленно изготавливаемыми в настоящее время приборами для измерения температуры, течений, минерализации и т.д., но и инновационной аппаратурой методические и технические основы которой на этапе НИР разработаны в рамках данного проекта. В их число следует включать: приборы для измерения первичных оптических характеристик водной среды как исключительно информативного показателя содержания в воде различных растворенных и взвешенных органических веществ; гидроакустические системы зондирования водной среды, которые позволяют наблюдать гидрофизические процессы различных пространственно-временных масштабов; системы мониторинга собственного свечения байкальской воды как индикатора развития биогеохимических и гидрофизических процессов; системы для мониторинга электромагнитного поля, которое несет в себе информацию о динамических и физико-химических процессах в самой гидросфере, подстилающей литосфере и в удаленных магнитосферно-ионосферных областях и т.д. Например, что касается последнего метода, универсальность реакции электромагнитного поля является достоинством, позволяющим использовать его для косвенного изучения множества процессов и структур, недоступных прямому измерению. Такая постановка стала возможной только в настоящее время в результате прогресса в понимании физики многообразных процессов генерации поля и создание технологии наблюдений с помощью аппаратуры на притопленных буйковых станциях.

Для корректной оценки эффективности природоохранных мероприятий на территории Прибайкалья предлагается использовать разработанные в рамках Проекта новые методики, базирующиеся на принципах химических «отпечатков пальцев» (finger-prints), позволяющих установить реальный вклад отдельных источников (промышленных предприятий) - в загрязнение среды в рассматриваемой точке наблюдения. Получившиеся первые результаты позволяют сделать вывод, что точность оценки вкладов различных источников в загрязнение точек-рецепторов предложенными методами рецепторного моделирования существенно выше, чем при получении аналогичных характеристик путем решения прямой задачи рассеивания и выпадения примесей, особенно при недостатке информации о режиме турбулентности и влиянии орографии. Предложенный методический подход и полученные результаты экологического мониторинга за природными объектами может быть использован для оценки эффективности природоохранных мероприятий в различных областях промышленности. Особенно актуален он для территорий с большой долей угля в топливно-энергетическом балансе (Восточная Сибирь, Дальний Восток и др. регионы страны).

#### **4. Достижения молодых исследователей – участников Проекта.**

В проекте принимал участие молодой исследователь Паныков А.Л., аспирант ФГБОУ ВПО «ИГУ». При его непосредственном участии удалось получить следующие результаты: разработать новую методику, аппаратуру и программное обеспечение для акустического зондирования водной среды, соответствующие мировому уровню в области гидроакустики, что позволит использовать полученные результаты в исследовании гидрофизических и гидроакустических явлений в озере Байкал и продолжить исследования в направлении создания систем мониторинга водной среды.

В проекте принимал участие молодой исследователь Рябов Е.В., к.ф.м.н., нс НИИПФ ФГБОУ ВПО «ИГУ». При его непосредственном участии удалось получить следующие результаты: разработать новые методики, аппаратуру и программное обеспечение для измерения первичных гидрооптических характеристик, соответствующие мировому уровню в области

гидрооптики, что позволит использовать полученные результаты для создания систем мониторинга водной среды и продолжить исследования в направлении гидрооптики.

В проекте принимала участие молодой исследователь Троицкая Е.С., к.г.н, снс ЛИН СО РАН. При ее непосредственном участии удалось получить следующий результат: построить модель формирования прибрежных апвеллингов в озере Байкал, соответствующий мировому уровню в области гидрофизики, что позволит использовать полученные результаты в исследовании горизонтального и вертикального обмена вод в Байкале и продолжить исследования в направлении исследования связей гидрофизических и гидробиологических процессов в озере.

В проекте принимал участие молодой исследователь Шайбонов Б.А., к.ф.м.н. мнс ИЯИ РАН. При его непосредственном участии удалось получить следующий результат: разработать новый метод организации систем управления и сбора данных с распределенной сети глубоководных приборов, соответствующий мировому уровню в области глубоководной техники, что позволит использовать полученные результаты в организации систем долговременного многопараметрического мониторинга и продолжить исследования в направлении изучения гидрофизических и биогеохимических процессов в оз. Байкал.

В проекте принимала участие молодой исследователь Портянская И.А., ст.преподаватель ФГБОУ ВПО «ИГУ». При ее непосредственном участии удалось получить следующий результат: разработать: модель формирования вертикальных гидрофизических конвективных структур, соответствующий мировому уровню в области гидрофизики, что позволит использовать полученный результат в исследовании горизонтального и вертикального обмена вод в озере Байкал. и продолжить исследования в направлении исследования связей гидрофизических и гидробиологических процессов в озере Байкал.

В проекте принимал участие молодой исследователь Мокрый А.В., мнс НИИБ ФГБОУ ВПО «ИГУ». При его непосредственном участии удалось получить следующий результат: разработать модель отражения изменений климатических параметров гидробиологическими показателями озера Байкал, соответствующий мировому уровню в области гидробиологии, что позволит использовать полученный результат в гидробиологии и продолжить исследования в направлении исследования влияния внешних воздействий на экосистему озера Байкал.

В проекте принимала участие молодой исследователь Чипанина Е.В. ктн, снс ЛИН СО РАН. При ее непосредственном участии удалось получить следующий результат: модель зависимости химического состава осадков от направления переноса воздушных масс, соответствующий мировому уровню в области экологии, что позволит использовать полученный результат для оценки эффективности природоохранных мероприятий и продолжить исследования в направлении мониторинга атмосферных загрязнений.

В проекте принимала участие молодой исследователь Алиева В.И. к.г.м. ст.инженер ИГХ СО РАН. При ее непосредственном участии удалось получить следующий результат: создана информационная база данных по распределению загрязняющих элементов в Прибайкалье, соответствующий мировому уровню в области экологии, что позволит использовать полученный результат для оценки эффективности природоохранных мероприятий и продолжить исследования в направлении мониторинга атмосферных загрязнений.

## **5. Опыт закрепления молодых исследователей – участников Проекта в области науки, образования и высоких технологий.**

Выполнение данного Проекта позволило принять на работу в Иркутский государственный университет, Лимнологический институт СО РАН, Институт геохимии СО РАН и Институт ядерных исследований РАН в общей сложности 22 молодых специалиста, 15 человек было зачислено в аспирантуру.

Наиболее эффективным средством закрепления молодежи в науке и образовании является привлечение студентов к реальной научной работе, начиная с младших курсов, не позже третьего, когда студенты начинают выполнять курсовые работы. Очень важна атмосфера, надо чтобы студенты ощущали себя полноправным членом научного коллектива, понимали, что их работа является частью исследований, которые ведутся в лаборатории, знали общие цели и задачи работы. Такого уровня научная работа возможна в институтах РАН, она, безусловно, велась в рамках данного Проекта, но очень важно, наличие возможности заниматься полноценной научной работой в вузе по месту обучения. К сожалению, в настоящее время в боль-

шинстве вузов страны, в том числе в Иркутском государственном университете, полностью отсутствует базовое бюджетное финансирование научных исследований. Все возможности для закупки материалов и оборудования, выплаты заработной платы инженерно-техническому персоналу, научным сотрудникам и студентам, другие расходы возможны только за счет различных грантов и контрактов. Безусловно, здесь большую положительную роль сыграла программа «Кадры», за счет нее удалось привлечь в науку и образование большое число молодежи, однако, программа подходит к концу, количество разыгрываемых контрактов резко снизилось, чрезвычайно остро встает вопрос о дальнейшем трудоустройстве молодых людей принятых на работу в рамках данного Проекта, конечно, и других, выполняемых в рамках Программы. Вероятно, эту проблему можно как-то решать в институтах РАН. Но в вузах по представленным выше причинам ситуация крайне сложная. Следует также отметить еще одну серьезную проблему, связанную с порядком финансирования по государственным контрактам программы «Кадры». Реальная научная работа любого научного коллектива не начинается и заканчивается в соответствии с пунктами календарного плана какого-то проекта, должна ежемесячно выплачиваться заработная плата, приобретаться материалы и оборудование, выполняться полевые работы и т.д., однако система - 30% аванс в начале года и 70% не ранее августа (в 2010 году по данному Проекту оплата за этап 3 произошла только в ноябре) чрезвычайно затрудняет планомерную работу.

Возвращаясь к методам и способам развития интереса у молодежи к научной деятельности. Большую положительную роль здесь сыграли летние научные школы, который проводятся НОЦ «Байкал» на биологической станции НИИ биологии Иркутского государственного университета в п.Б.Коты на Байкале. Очень эффективным стало участие студентов в экспедиционных исследованиях, где происходит общение со старшими коллегами в неформальной обстановке. Важна также дополнительная образовательная деятельность. В условиях современных вузовских программ и учебных планов практически невозможно дать студентам объем знаний, необходимый для успешной научной карьеры, негативную роль играет также значительное снижение общего уровня подготовки поступающих в вузы после введения ЕГЭ, поэтому чрезвычайно важным является чтение дополнительных лекционных курсов и проведение дополнительных занятий «во вторую половину дня» сверх обязательного расписания, что было реализовано в Иркутском государственном университете, в том числе за счет данного Проекта.

#### **6. Перспективы развития исследований.**

Озеро Байкал является объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО его сохранение является общечеловеческой задачей. Первые научные исследования озера были начаты в середине 19-ого века польскими ссыльными Б.Дыбовским и В.Годлевским. В настоящее время множество исследовательских групп и десятки научных организаций, в том числе иностранных, генерируют новые знания о Байкале, которые, однако, не позволяют видеть озеро в целом, а лишь объясняют некоторые аспекты функционирования экосистемы Байкала. Среди причин: исследования ведутся раздельно, в разных организациях, в рамках разных дисциплин и направлений. Решение проблем организации и координации исследований, ведущихся учеными разных специальностей из разных российских и зарубежных организаций, является одной из основных задач НОЦ «Байкал», в том числе существенное продвижение в этом направлении достигнуто в рамках настоящего проекта. Это позволило: объединить усилия, нацеленные на изучение Байкала; скоординировать изолированные исследования и классифицировать разрозненные знания и данные об озере; продвинуться в вопросе взаимного проникновения исследований и формировании общей научной картины; изучить, как взаимодействуют мультидисциплинарные факторы внутри сложной экологической системы озера. Важнейшим результатом этой работы явилось создание большого учебника «Байкаловедение», в котором на современном научном уровне комплексно рассмотрены все основные стороны функционирования экосистемы озера Байкал и прилегающих территорий.

Исследования в рамках данного Проекта велись в тесном сотрудничестве с многими ведущими зарубежными университетами и научными центрами, такими как: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG, Швейцария), Wellesley College, Wellesley (США), University of California, Santa-Barbara (США). Michigan State University (США),

Christian-Albrecht University, Kiel (Германия), University of Savoy, Savoy (Франция), DESY (Германия), и др.

Например, первые совместные исследования гидрофизических, биогеохимических и других процессов в озере Байкал с EAWAG (Швейцария) и DESY-Zeuthen (Германия) были начаты в 1999 году. На базе инфраструктуры и технологий, созданных в рамках Байкальского нейтринного проекта были начаты регулярные измерения температуры, течений, процессов седиментации и т.д. В настоящее время исследования ведутся в рамках «Scientific & Technological Cooperation Programme Switzerland-Russia» проект «The hidden dynamics of Lake Baikal (Joint Research Project)». Для измерений используются предоставленные EAWAG 49 высокоточных приборов TR-1000, TR-1050 и др., 47 открытых и 2 автоматические ловушки, размещенных на 4-х притопленных буйковых станциях во всем диапазоне глубин. Полученные ряды данных позволили понять в деталях развитие многих гидрофизических процессов. В частности, на их основе построена модель эволюции теплового режима верхних слоев оз. Байкал, изучен процесс прибрежного апвеллинга, впервые удалось наблюдать присклоновое опускание холодных вод в придонную область.

В рамках выполнения совместных проектов проводятся летние школы на базе Биологической станции НИИ биологии ФГБОУ ВПО «ИГУ» в п.Б. Коты на Байкале, в которых под руководством ведущих российских и иностранных ученых студенты и молодые специалисты из стран Европы, Азии, США, Венесуэлы ведут совместные исследования, устанавливая личные контакты, также осуществляются регулярные стажировки молодых ученых ФГБОУ ВПО «ИГУ» и ЛИН СО РАН в EAWAG (Швейцария), Christian-Albrecht University, Kiel (Германия) других научных организациях и университетах.

Результаты исследования развития гидрофизических, гидробиологических и гидрохимических процессов имеют важное значение для оценки современного состояния экосистемы озера Байкала, прогнозирования влияния на нее глобальных природных процессов и антропогенной деятельности для решения задач охраны и рационального природопользования озера Байкал и прилегающей территории, разработке моделей ее устойчивого развития. Основные идеи и технические решения, найденные в ходе выполнения проекта, могут быть использованы при создании других сложных многопроцессорных измерительно-вычислительных систем с удаленной распределенной системой датчиков и исполнительных устройств. Разработанные в ходе работы технологии проведения комплексного многопараметрического мониторинга динамических процессов в больших водных объемах, в том числе с помощью приборов, размещенных на притопленных буйковых станциях, могут стать основой для создания сети стационарных систем долговременного мониторинга за развитием динамических процессов в Байкале.

## 7. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках исследования, разработки (выборочно)

№	Вид охраняемого РИД	Название	Вид охранного документа	№ документа/ №заявки	Дата выдачи документа/дата подачи заявки	Страна патентования
1.	Патент	Рентгенофлуоресцентный спектрометр с полным внешним отражением		№ 2415406 G01N23/223	Заявка: 2009141172/28 Заявлено 2009.11.09 Опубликовано: 2011.03.27	РФ
2.	Патент РФ	Способ экспрессной оценки биологической активности воды		№ 2376513	от 20.09.2009 Опубликовано: 20.09.2009, Бюлл. № 32.	РФ

## 8. Список публикаций в рамках проекта (выборочно)

№	Ф.И.О. участника проекта	Наименование публикации на русском языке	Наименование публикации на языке оригинала (для иностранных публикаций)	Реквизиты издания, опубликовавшего работу	Статус журнала	Краткое описание связи содержания публикации с результатами проекта
1.	Шимараев М.Н., Троицкая Е.С., Гнатовский Р.Ю.	Современные изменения климата и температура глубинных вод озера Байкал	-	ДАН. – 2009. – Т. 420, №5. – С. 685-689.	Список ВАК	Представлены результаты работ по 2 этапу ГК
2.	Жданов А.А., Гранин Н.Г., Гнатовский Р.Ю., Блинов В.В.	Горизонтальный макротурбулентный обмен и скорость диссипации турбулентной энергии в пелагиали озера Байкал	-	География и природ. ресурсы. – 2009. – №1. – С. 55-60.	Список ВАК	Представлены результаты работ по 2 этапу ГК
3.	Сакирко М.В., Домышева В.М., Белых О.И., Помазкина Г.В., Шимараев М.Н., Панченко М.В.	К оценке пространственной изменчивости направления потоков углекислого газа в разные гидрологические сезоны на озере Байкал	-	Оптика атмосферы и океана. – 2009. – Т.22, №6. – С. 596-699.	Список ВАК	Представлены результаты работ по 5 этапу ГК
4.	Шимараев М. Н., Старыгина Л. Н.	Зональная циркуляция атмосферы, климат и гидрологические процессы на Байкале (1968-2007 гг.)	-	География и природ. ресурсы. – 2010. – №3. – С. 62-68.	Список ВАК	Представлены результаты работ по 6 этапу ГК
5.	Айнутдинов и др.	Байкальский нейтринный проект: настоящее и перспективы.	The Baikal Neutrino Project: Present and perspective.	Nucl. Instrum. Meth. A Nucl. Instrum. Meth. A, 2011 — V. 628, — Т. 1, — pp. 115-119	список ВАК	Представлены результаты работ с 1 по 6 этап ГК
6.	Белых Л.И.	Распределение полициклических ароматических углеводородов в системе почва-растение		Почвоведение. – 2009. – Т. 42, № 9. С. 1083-1089.	список ВАК	Представлены результаты работ с 1 по 5 этап ГК
7.	Портной А.Ю., Павлинский Г.В., Горбунов М.С. и др.	Об оптимизации соотношения аналитический сигнал/фон в энергодисперсионном анализе при использовании Si(Li) детектора		Журн. аналит. химии. – 2009. - Т.64, №5. - С. 511-520.	список ВАК	Представлены результаты работ с 1 по 5 этап ГК
8.	Smagunova A.N., Korzhova E.N., Stavitskaya M.V., Potapova L.A., Kozlov V.A.	Исследование возможностей теоретического учета эффекта микросорбционной неоднородности при рентгенофлуоресцентном анализе ультрамелких частиц	Study of the possibility of the theoretical account for the microabsorption heterogeneity effect of emitters in X-ray fluorescence	X-Ray Spectrometry. – 2010. – V. 39, N 1. – P. 12-16.	список ВАК	Представлены результаты работ с 1 по 5 этап ГК
9.	Moor M.V., Hampton S.E., Izmet'seva L.R.,		Climat Change and the World's «Sacred Sea» –	BioScience, 2009.– Vol. 59, № 5.– P. 405-	список ВАК	Представлены результаты работ с 1 по 2

	Silow E.A., Peshkova E.V., Pavlov B.K.		Lake Baikal, Si-beria	417.		этап ГК
10.	E.A. Silow, A.V. Mokry		Exergy as a Tool for Ecosystem Health Assessment	Entropy. – 2010. – V. 12. – P. 902-925. doi:10.3390/e12040902	список ВАК	Представлены результаты работ с 1 по 3 этап ГК

### 9. Диссертации, представленные к защите в рамках проекта (выборочно)

№	Ф.И.О. участника проекта	Наименование диссертации	Вид диссертации	Наименование и шифр научной специальности	Номер диссертационного совета	Дата защиты диссертации (фактическая или плановая дата)	Краткое описание связи содержания диссертации с результатами проекта
1.	Потапова Л.А.	«Совершенствование аналитического контроля процесса получения алюминия»	кандидатская	02.00.02 - аналитическая химия	Д 212.074.03	17.02.2010 г.	Представлены результаты работ с 1 по 4 этап ГК
2.	Пашкова Г.В	Изучение источников погрешностей и разработка неструктивных методик рентгенофлуоресцентного анализа молочных продуктов	кандидатская	02.00.02 - аналитическая химия	Д212.074.03	22.06.2011 г.	Представлены результаты работ с 1 по 6 этап ГК
3.	Паньков А.Л.	Когерентное акустическое зондирование частотно-манипулированными сигналами как инструмент для исследования природных водоемов	кандидатская	25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы	Д 003.034.01	Декабрь 2011	Представлены результаты работ с 1 по 6 этап ГК
4.	Портянская И.А.	Особенности динамики гидрофизических параметров водных масс южной акватории оз. Байкал по результатам непрерывного температурного мониторинга на нейтринном телескопе.	кандидатская	25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы	Д 003.034.01	Декабрь 2011	Представлены результаты работ с 1 по 6 этап ГК

### 10. Выступления на конференциях (выборочно)

№	Ф.И.О. участника проекта	Наименование доклада на русском языке	Наименование доклада на языке оригинала (для международных конференций)	Название конференции, дата и место проведения	Краткое описание связи содержания доклада с результатами проекта
1.	Вологина Е.Г., Штурм М., Воробьева С.С.	Осадконакопление в Южной котловине озера Байкал		Пятая Международная Верещагинская Байкальская конференция. Иркутск, 4-9 октября 2010 г., С.294-295.	
2.	Шимараев М.Н.,	Влияние глубин-	-	Международная конфе-	Представлены



	Жданов А.А., Гнатовский Р.Ю., Блинов В.В.	ных интрузий на аэрацию кислоро- дом придонных вод озера Байкал		ренция «Потоки и структуры в жидкостях: Физика Геосфер», 24-27 июня 2009г., Москва, МГУ	результаты работ по 2 этапу ГК
3.	Гранин Н.Г., Макаров М.М., Кучер К.М., Гна- товский Р.Ю.	Выходы газов на Байкале		XVIII международной школы морской геоло- гии. «Геология морей и океанов», 16-20 ноября 2009г., Москва, ИО РАН	Представлены результаты работ по 3 этапу ГК
4.	Зилов Е.А.	Озерные экосисте- мы как индикаторы глобального изме- нения климата		X съезд Гидробиологи- ческого общества при РАН 28 сентября – 2 октября 2009 г.– Владивосток	Представлены результаты работ по 3 этапу ГК
5.	Silow E.	Озеро Байкал как возможный инди- катор изменений климата	Lake Baikal as possible sentinel of the Climate Change	13th World Lake Confer- ence. Wuhan, 2009.	Представлены результаты работ по 2 этапу ГК
6.	E. Pislegina, E. Silow	Долговременная динамика байкль- ского зоопланктона и изменения кли- мата	Long-term dy- namics of Baikal zooplankton and climate change	13th World Lake Confer- ence.Wuhan, 2009	Представлены результаты работ по 2 этапу ГК

#### 11. Внедрение результатов проекта в образовательный процесс (выборочно)

№	Наименование образовательной программы	Тип программы	Уровень	Статус программы	Программа разработа- на в соот- ветствии со стандар- том	Уровень целевой группы	Потенци- альные заказчики (география слушате- лей)	Плани- руемое количес- тво слуша- телей (в год)
1.	Физическая лимнология	программа дополни- тельного образования	спе- циали- тет	новая про- грамма для вуза	собст- венные стандар- ты вуза	студен- ты 5, курса	РФ; Евро- па; США	120
2.	Спектроскопи- ческие методы анализа в химии	программа дополни- тельного образования	бака- лаври- ат;	новая про- грамма для вуза	собст- венные стандар- ты вуза	Бакалав- ры 1 курса	РФ	60
3.	Биоиндикация и биотестирова- ние вод	программа дополни- тельного образования	бака- лаври- ат	новая про- грамма для вуза	собст- венные стандар- ты вуза	Бакалав- ры 1 курса	РФ; Евро- па; США	70
4.	Биология с ос- новами эколо- гии	программа дополни- тельного образования	спе- циали- тет	новая про- грамма для вуза	собст- венные стандар- ты вуза	студен- ты 4 курса	РФ; Евро- па; США	90

Руководитель работ по проекту  
Профессор

\_\_\_\_\_ Н.М.Буднев