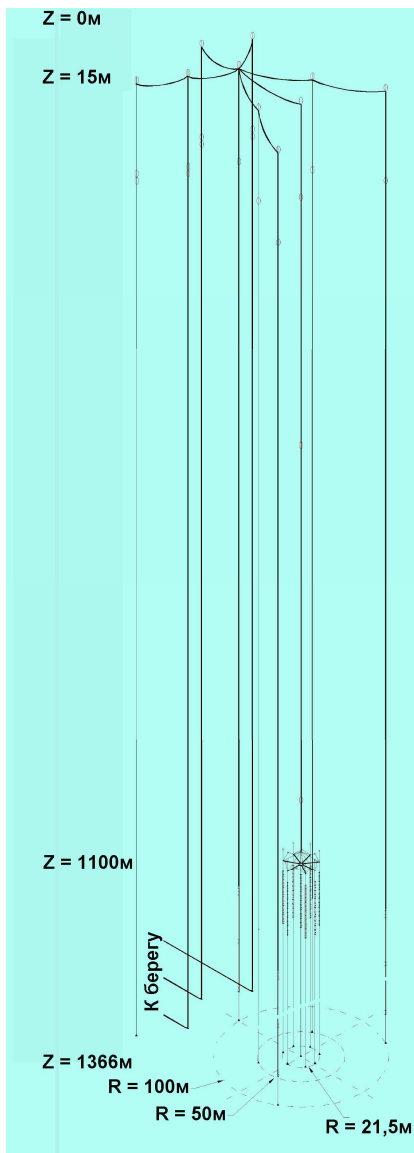




Опыт использования вебкамеры для глубоководных съемок на озере Байкал¹

Группа авторов²



Основная часть комплекса
буйковых станций
глубоководного нейтринного
телескопа
на оз.Байкал НТ-200+
(изометрическая проекция).

Глубоководный нейтринный телескоп представляет собой довольно плотную группу так называемых буйковых станций. На настоящем этапе, называемом НТ-200+, основная группа насчитывает 11 таких станций. На буйрепах (канатах или кабель-тросах), заякоренных на дне и натянутых системой плавучестей (бுவ), установлено регистрирующее, приемо-передающее и прочее оборудование. Якоря находятся на глубине 1366м, а концевые буй – в 15 метрах под поверхностью озера. С береговым центром станции соединены донными кабелями, а между собой - подповерхностными (на глубинах 20-25м) кабельными переключками, длины которых соответствуют расстояниям между соответствующими концевыми буйами - от 30 до 90 метров. Особенностью Байкальского проекта, в отличие от средиземноморских и океанских, является использование ледового покрова озера в качестве монтажной платформы. Все работы по разворачиванию установки, ее ремонту и модернизации, прокладке кабельных коммуникаций между станциями и береговым центром производятся с ледового покрова озера - зимой, естественно.

Подробнее по теме глубоководного детектирования можно посмотреть (и почитать) на интернет-страничках, адреса которых приведены в конце этой статьи. **А эта публикация, собственно, посвящена лишь одному эпизоду – как мы сделали самую глубоководную WEB-камеру в Сибири и что через нее увидели.**

Самая глубоководная WEB-камера в Сибири

28-я зимняя объединенная экспедиция на оз. Байкал началась 20 февраля и поначалу все шло как обычно. В 4 км от берега озера напротив мыса Ивановский с помощью GPS, теодолитов и лазерных дальномеров был размечен ледовый лагерь. На лед вывезли дизель-электростанцию, спуско-подъемное оборудование, лабораторные вагончики и многое другое.

¹ Большинство изображений – высокого разрешения. Для их детального просмотра увеличьте масштаб (zoom).

² Собрали и наладили аппаратуру Р. Р. Миргазов, А. Н. Дячок и М. С. Василькин. Кроме них непосредственное участие в размещении, наблюдениях и видеозаписях принимали И. А. Белоплатиков, К. В. Конищев, А. И. Панфилов, М. И. Розанов, Б. А. Шайбонов и другие сотрудники пяти организаций, входящих в коллаборацию «Байкал»: Института Ядерных Исследований РАН, Иркутского государственного университета, Московского государственного университет им. М.В. Ломоносова, Нижегородского государственного технического университета, Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. Текст и оформление - Р.Р. Миргазов (mrashid777@rambler.ru) и А. И. Панфилов (aipanfilov@mail.ru).

Во льду были прорезаны отверстия – майны. Через них водолазы должны были закрепить подъемные поводки (канаты с карабинами) для последующего извлечения станций из байкальских глубин. И в этот момент уже привычное течение работ затормозилось – трех буюв не оказалось на своем месте. Причина выяснилась после первого погружения водолазов³ – рыбацкая сеть. Ей какие-то неумные рыбаки⁴, пытаясь спасти свое добро, практически в один узел связали концевые буй четырех станций. И к концу экспедиции было снято почти 500 (пятьсот!) метров когда-то новенькой 6-метровой (в ширину). Какова была длина этой сети до того, можно только догадываться – но на борьбу с ней ушло почти две недели из семи, отпущенных нам природой в этом году.

Попытки узнать, каким именно узлом завязаны наши буй, проводились и с помощью эхолота⁵, и с помощью Иркутских водолазов (они приезжали еще 2 раза). Водолазы присоединили подъемные поводки к буйам, обрезали доступные для них куски сетей. Затем за эти поводки буй совершали сложные эволюции. Но уверенности в том, что узел полностью развязан, не было.

Такая ситуация радикально стимулировала создание глубоководной WEB-камеры. Ее как раз собирались делать несколько энтузиастов из числа участников экспедиции и для чего уже были подобраны необходимые комплектующие. В этом сезоне предполагалось сделать и испытать хотя бы действующий макет. Следует отметить, что эта работа была внеплановая и подвигалась в основном естественным любопытством, но она была бы немыслима без поддержки коллег и использования экспедиционной инфраструктуры. В результате созданный прибор полностью оправдал наши ожидания.

В следующем сезоне мы планируем установить камеру (модернизированную, конечно) около якоря одной из станций нейтринного телескопа (глубина 1366 метров) и организовать круглогодичное ВЕБ-вещание со дна озера Байкал. Хотя бы минут по 10 в день. Как неожиданно оказалось, там есть что посмотреть.

Схема установки

Было собрано и успешно освоено 2 варианта подводной WEB-камеры, отличающихся длиной кабель-троса, способами крепления и источниками света.



Использовалась вебкамера DSC-950. Данные через DSL модемы AVIV-16s по 3-жильному грузонесущему кабель-тросу типа КГЗх0,5-40-90 передавались на персональный компьютер (ноутбук). Камера и модем установлены в прочный корпус от старого глубоководного фотометра

Данные через DSL модемы AVIV-16s по 3-жильному грузонесущему кабель-тросу типа КГЗх0,5-40-90



И сети, и рыба оказались безнадежно испорченными.

³ Каждый зимний сезон начинается с водолазных работ – так присоединяются подъемные поводки к расположенным на глубине 15 метров концевым буйам; ныне в комплексе НТ-200+ всего 10 таких буюв, плюс еще 5 автономных буйковых станции мониторинга среды.

⁴ Давным-давно на всех лоциях этот участок акватории отмечен как запрещенный даже для прохода судов.

⁵ Эхолот «Bottom Line Fishin' Buddy 2255» уже много лет используется нами для поиска и уточнения местоположения подводных объектов.

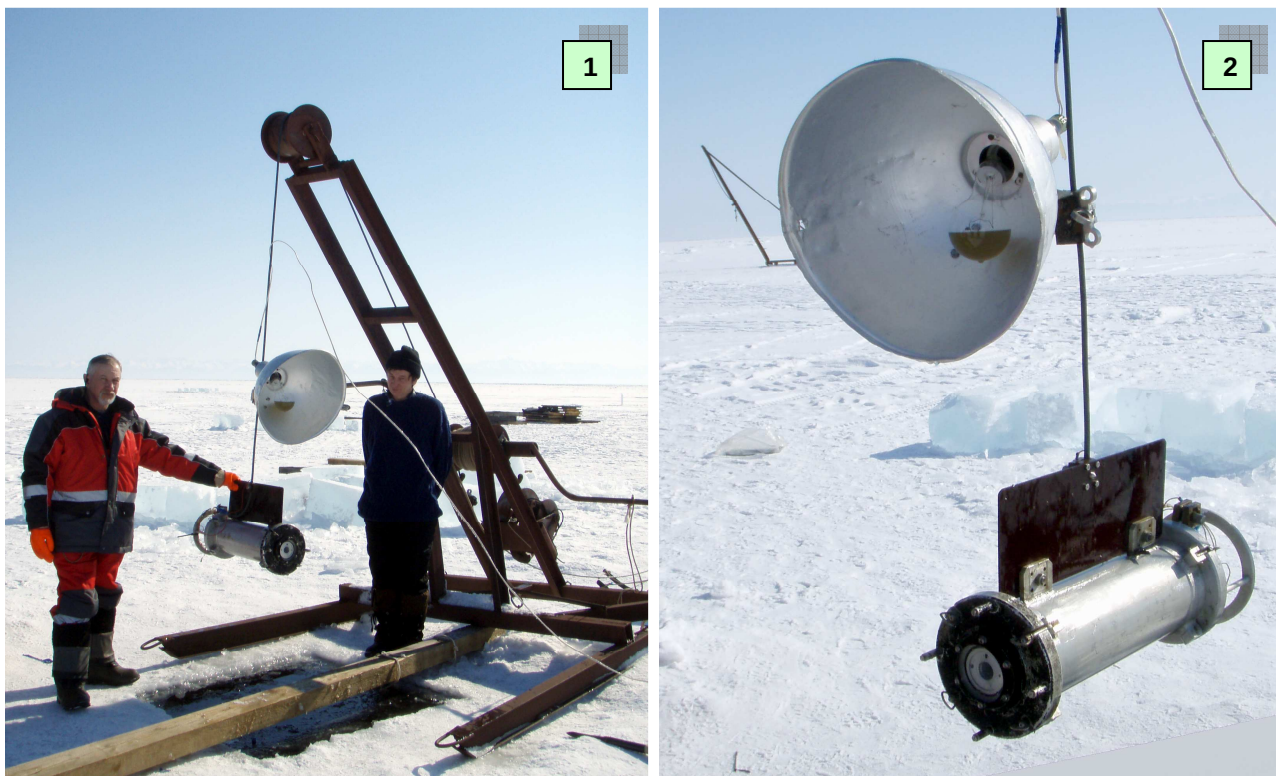
(диаметр 250мм, длина 900мм, рабочая глубина более 2000м, материал АМг-6, год изготовления 1989). Угол зрения камеры под водой около 30°.

Вариант 1 – подповерхностный.

Проведение съемок приповерхностной инфраструктуры телескопа. Камера горизонтальна. Кабель-трос имеет длину 120 метров. До 20-метровой глубины для подводных съемок в условиях заснеженного ледового покрова озера достаточно естественного освещения, для глубин от 20 до 60 метров использовался светильник НСП17-500 с лампой накаливания мощностью 500-Ватт. Лампа не была защищена специальным корпусом, так как из предыдущего опыта работ на Байкале известно, что такая лампа способна работать «в голом виде» на значительных глубинах и без дополнительной электроизоляции; правда, под давлением в 6 атм. через микротрещины в цоколе вода просачивается в вакуумную колбу и срок службы лампы накаливания в таком режиме ограничен одним погружением.

На Рис.2 видна лампа, испытавшая погружение на 60-метровую глубину и в рабочем (то есть светящемся виде несмотря на воду в колбе) извлеченная на поверхность – нить накаливания еще цела, но сгорела сразу после ее повторного включения. Электропитание для осветительной лампы подавалось по отдельному кабелю. На льду рядом с осмотровой майной над одним из бум было установлено монтажное устройство, через которое на конце кабель-троса опускалась камера, закрепленная горизонтально. Метром выше над ней находится осветительная лампа с колпаком-отражателем. После опускания камеры на глубину в полуметре над водой на кабель-трос ставился зажим, в его проушину вставлялся штырь и камера поворачивалась в горизонтальной плоскости в заданном направлении – кабель-трос имеет двухповивную броню и весьма жесткий на кручение. Реальное положение камеры на глубинах более 40м было видно визуально с поверхности по свету от лампы. Модем и ноутбук, воспроизводивший и записывавший изображение с камеры находился в автомобиле неподалеку (Рис.4).

Фотографии подводной аппаратуры и оснастки по Варианту-1:





[Видеозапись 5 марта 2008г \(demo20080305.wmv\).](#)



1. Концевой буй (практически вплотную к камере)



2. Буйреп соседнего буй (он выше 2 метра) и те самые сети.
3. Опять те самые сети.

Вариант 2 – глубоководный.

Также как и в варианте-1 для проведения съемок использовалась вебкамера DSC-950. Данные через DSL модемы AVIV-16s по 3-жильному кабель-тросу КГЗх0,5-40-90, только длиной 1400 метров, передавались на персональный компьютер (ноутбук). Камера смотрит вертикально вниз. Одна жила кабеля КГ использовалась для питания источника света, которым служила галогенная лампа "КОСМОС" со сферическим отражателем мощностью 100вт. Эта лампа помещалась в корпусе другого старого фотометра (в свое время он был создан для изучения амплитудной-временных характеристик собственного свечения байкальских вод in situ; его диаметр 120мм, длина 500мм, рабочая глубина более 2000м, материал АМг-6, год изготовления 1984).

Фотографии глубоководной подводной аппаратуры и оснастки:

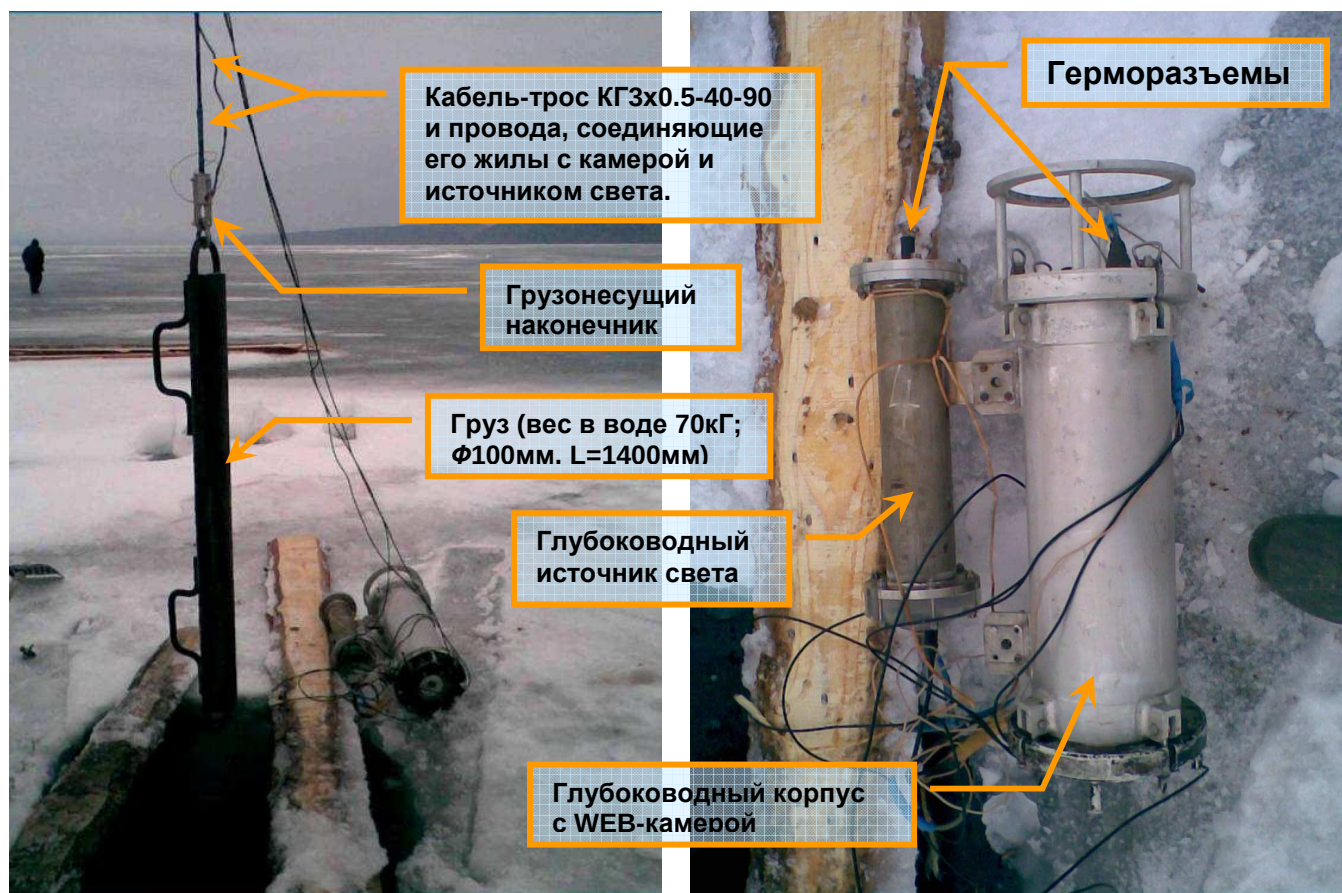
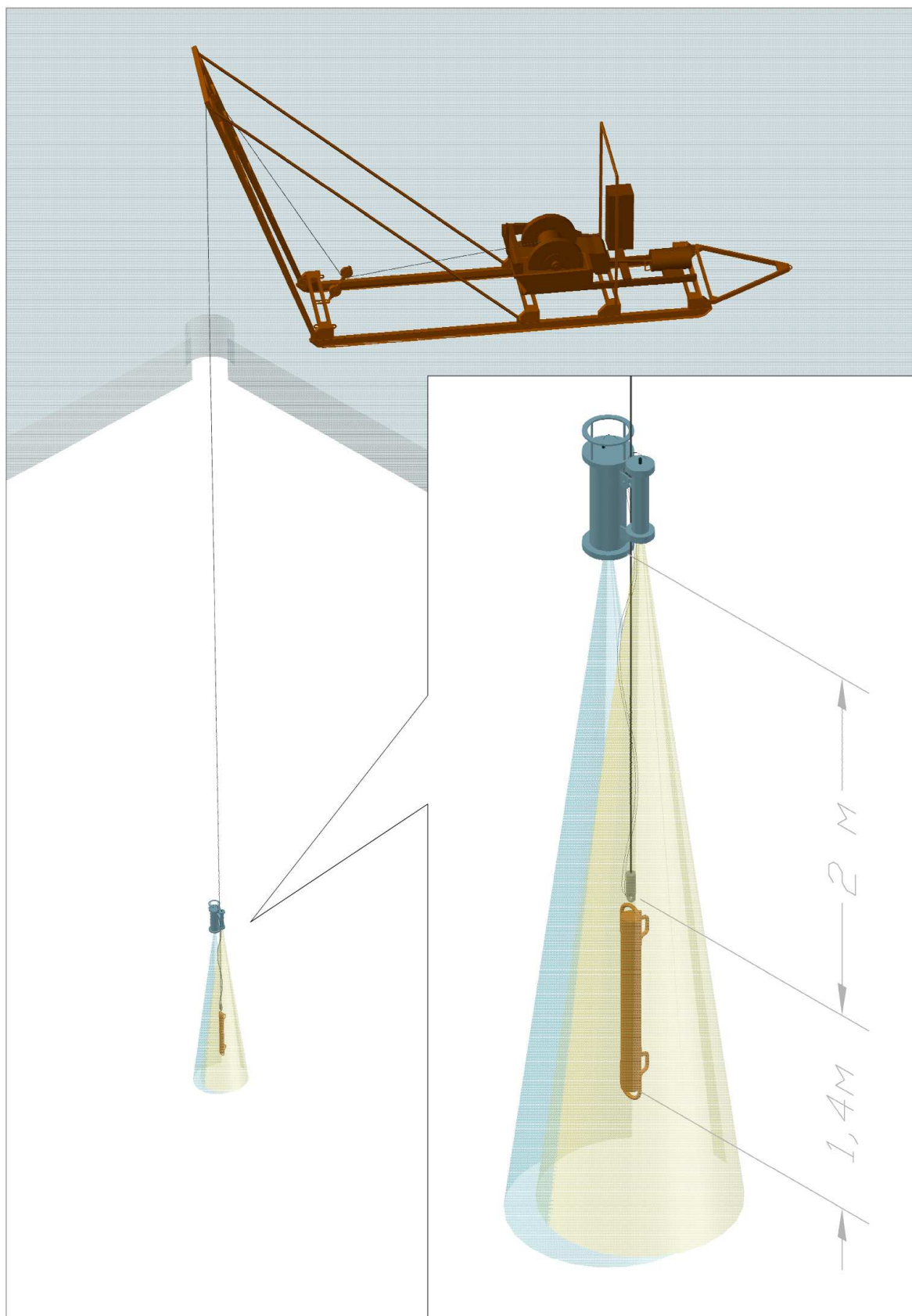
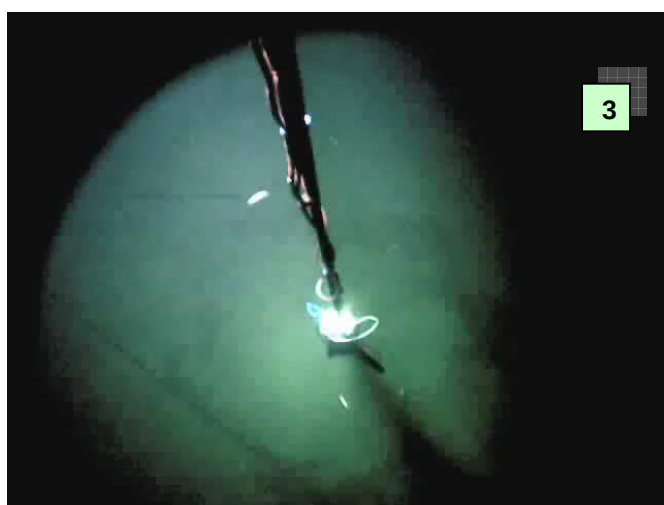
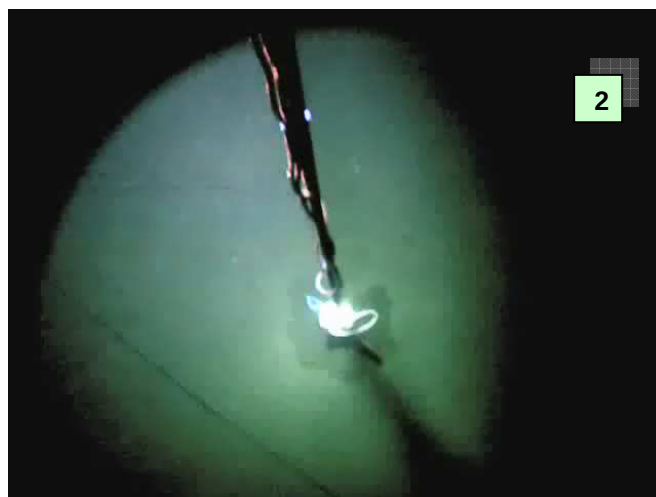


Схема эксперимента - Вариант 2 (спуско-подъемное устройство с кабельной лебедкой, установленное над майной на ледовом покрове озера, опускает камеру под воду; голубым и желтым конусами соответственно обозначены поле зрения камеры и поле света от лампы);





1. Дно уже близко. Яркое светящееся пятно – блестящий торец кабельного наконечника, сделанный из нержавеющей стали, 2м от камеры.
2. Касание дна.
3. А вот и первые представители местной фауны (*Macrohectopus branickii*)⁶.



Публикации о проекте глубоководного детектора на озере Байкал в Интернете.

Сайт проекта имеет богатую фотогалерею и много ссылок; к сожалению, сайт на английском языке и редко обновляется его открытая часть.

Адрес в Интернете: <http://baikalweb.iinr.ru>

Последние статьи и презентации на конференциях (На английском языке.)

The Baikal Neutrino Telescope: Status and plans
BAILKAL Collaboration: R. Wischnewski (Submitted on 16 Oct 2007)
<http://arxiv.org/abs/0710.3063v1>

B. Shaybonov (JINR) Baikal neutrino experiment: status and perspectives.
Презентация к докладу на XIII Международной Ломоносовской конференции по физике элементарных частиц (23–29 августа 2007 года, Москва, физический факультет Московского

⁶ Это красивая фотография рачка (здесь - №4) заимствована с сайта «Зоологические экскурсии по Байкалу», адрес странички <http://zooexcurs.baikal.ru/arthropoda/crustacea3.htm>.

государственного университета им. М.В. Ломоносова)

Адрес презентации в Интернете: <http://www.phys.msu.ru/rus/about/virtual/mtg-lomonosov-13/PDF/24.08.07/Morning/Shaybonov.pdf>

N. Budnev Baikal neutrino telescope - an underwater laboratory for astroparticle physics and environmental studies.

10-th INTERNATIONAL CONFERENCE ON INSTRUMENTATION FOR COLLIDING BEAM PHYSICS

Budker Institute of Nuclear Physics, Siberian Branch of Russian Academy of Science, Novosibirsk, Russia. February 28 - March 5, 2008

<http://instr08.inp.nsk.su/reports/Budnev.ppt>

Наша деятельность представлена масс-медиа:

Василий Янчилин. КОСМИЧЕСКИЙ ГЛАЗ БАЙКАЛА

По материалам беседы с Григорием Домогацким

© В МИРЕ НАУКИ. © Scientific American, Inc. №5 (МАЙ) 2008

Адрес статьи в Интернете: <http://www.sciam.ru/2008/5/astronomy.shtml>

Ольга Рубан. Баргузин большой науки.

«Эксперт» №17 (606)/28 апреля 2008. Адрес статьи в Интернете:

http://www.expert.ru/printissues/expert/2008/17/barguzin_bolshoi_nauki/

Видео репортажи

Даже ТРК «Петербург-Пятый канал» в программе «Прогресс с Павлом Лобковым» вставил репортаж «Нейтринный телескоп» Игоря Макарова в передачу «Танец маленьких инфузорий и парад амёб под микроскопом» (17:40 | 06.04.2008) между 26-й и 32-й минутами из 39-минутной передачи. Получилось что-то пестренькое и невразумительное «в стиле Барби».

Тем не менее эту передачу можно посмотреть в архиве – ее адрес:

<http://www.5-tv.ru/video/details.php?archiveId=2141>;

адрес ролика: http://www.5-tv.ru/shared/bank/programs/flv/2141_high.flv.