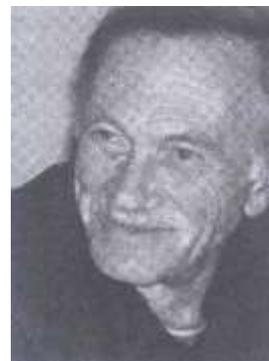


# Коллаборация «Байкал»: станция работает круглогодично

Что же это за проект, о важности которого столько раз упоминалось в предыдущих материалах? Для ответа придется ещё отступить по времени. ...Рабочие совещания коллаборации «Байкал» проходят в Дубне два раза в год. В коллаборацию входят ОИЯИ, Институт ядерных исследований РАН, НИИЯФ МГУ, РНЦ «Курчатовский институт», германский исследовательский центр DESY (отделение в Цейтене), Иркутский и Нижегородский госуниверситеты, Санкт-Петербургский морской государственный технический университет. Несколько дней коллеги интенсивно обсуждают и анализируют результаты работы разных групп, входящих в коллаборацию, намечают планы на следующие полгода, обсуждают предстоящую зимнюю экспедицию. С 1980 года коллаборацию возглавляет доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией нейтринной астрофизики высоких энергий ИЯИ РАН, член-корреспондент РАН *Григорий Домогацкий*. Об истории и перспективах развития проекта он рассказал нашему корреспонденту *О. Тарантиной*.



Эту область исследований ядерные центры мира начали культивировать сравнительно недавно - в 1970-е. Мы занимаемся удивительной физикой, называемой по-английски *astroparticle physics* и до сих пор не имеющей хорошего русского перевода. Её называют, не совсем правильно, космомикрорфизикой. Она нацелена на изучение устройства Вселенной, с одной стороны, и получение данных в области физики элементарных частиц, с другой, - это единая наука о строении вещества на микро- и макроуровне. Относительно недавно были созданы великолепные подземные установки в Европе, России, Канаде и Японии, и именно на них, а не на ускорителях и реакторах, были открыты важнейшие свойства нейтрино. Это ярчайший пример взаимодействия исследований в области астрономии и физики элементарных частиц.

## Из истории вопроса

Вообще, нейтрино, в первую очередь, солнечные, - как инструмент исследования строения окружающего нас мира были обнаружены в 1960-е годы. В 1987 году были зарегистрированы нейтрино от взрыва сверхновой звезды в Большом Магеллановом облаке. Идея создания детекторов нейтрино в естественных средах: вода, лед, - позволяющих значительно увеличить регистрирующий объём, ещё в 1960 году высказал в Дубне академик М.А. Марков. Зачем нужен

большой объём? Чем больше детектор, тем более редкие процессы можно наблюдать. Американский физик Ф. Райнес (получивший в 1995 году Нобелевскую премию за открытие нейтрино как частицы) пытался реализовать эту идею в Тихом океане в районе Гавайских островов в 1970—1980-е. Попытки завершились официальным закрытием проекта DUMAND в 1996 году. Райнес предлагал Маркову поработать вместе, но после ввода советских войск в Афганистан начавшее было развиваться сотрудничество быстро сошло на нет.

Замечательный физик-экспериментатор академик РАН А.Е. Чудаков предложил Маркову попробовать использовать для этих целей Байкал - в его пресной воде намного меньше микроорганизмов, чем в морской, нет радиоактивного калия-40, достаточная глубина и прочный лёд зимой, избавляющий от необходимости использования дорогостоящей специальной аппаратуры и кораблей.

## Нейтринный телескоп на Байкале

Байкальский нейтринный телескоп состоит из двухсот фотоумножителей, размещенных на 11 тросах, закреплённых на глубине 1367 метров почти в четырёх километрах от берега. Детектор НТ-200, создававшийся в тяжёлые 1990-е годы, остаётся одним из мировых лидеров в решении ряда задач нейтринной астрофизики высоких энергий. На нём получены одни из лучших результатов в мире по поиску тёмной материи, в решениях задачи исследования природного диффузного потока нейтрино высоких энергий (свыше 10 ТэВ), задачи поиска магнитного монополя.

В экспериментах по поиску нейтрино, рождающихся при аннигиляции массивных частиц тёмной материи в центре Земли и Солнца, мы среди лучших. Эти эксперименты позволили ограничить возможные свойства частиц тёмной материи, которые весь мир ищет на самых различных установках - наземных, подземных, на спутниках. И каждый следующий успешный эксперимент загоняет тёмную материю дальше в угол. По поиску гипотетической частицы - магнитного монополя мы поставили наиболее чувствительный на сегодняшний момент эксперимент. А его ищут с 1930-х годов - с лёгкой руки П. Дирака, сказавши было бы очень странно, если бы природа не реализовала такую возможность. В нашей области нет прорывных направлений, о которых сегодня так много говорят, имея в виду непосредственные приложения результатов научных исследований, но есть возможность экспериментально исследовать фундаментальные проблемы астрофизики, физики элементарных частиц, космологии, и поэтому в мире в эту физику делаются очень большие вложения. Да и в России сегодня это один из амбициозных проектов.

Станция работает круглогодично. Каждую зиму на ней проводятся ремонтные работы и модернизация. Зимой работает экспедиция, а летом те же сотрудники в режиме дежурных операторов контролируют набор данных. Но многими процессами они уже управляют прямо отсюда (мы разговариваем с Григорием Владимировичем в отделе ядерной спектроскопии и радиохимии Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ в Дубне). Обработка и анализ данных ведутся в ОИЯИ, Германии, Иркутске, ИЯИ.

## НТ-1000

По мере нашего развития (а у нас сложился очень сильный коллектив, в котором много молодежи) стало ясно, как расширять станцию, чтобы видеть более редкие и более далёкие события во Вселенной. Постепенно мы поняли, что возможности Байкала и наша квалификация позволяют подойти к созданию детектора следующего поколения, «кубокилометрового» объёма. Это уже приближается по возможностям к детектору Ice Cube, созданному в Антарктиде физиками США, Германии и Швеции. Поэтому с 2007 года, наряду с поддержкой старой техники и набором данных, идёт накопление новых технических разработок и прототипов элементов - частей будущего детектора. Затем последуют кропотливые испытания всех элементов, и этот процесс нельзя миновать: нужно знать, как элемент поведет себя в воде, протекает или нет, определить другие его особенности.

Сперва экспедиция занималась такими испытаниями отдельных элементов этой установки. Затем мы хотим испытать прототип одного кластера НТ-1000 (весь детектор состоит из 12 кластеров по 8 гирлянд фотоумножителей). Создание НТ-1000 планируется в течение следующего десятилетия. Это нормальный темп. Соизмеримый проект Ice Cube начали воплощать в жизнь в 2005 году. Процессу реализации предшествовали несколько лет разработки, и команда там в несколько раз больше нашей, да и финансирование лучше раз в двадцать.

Одна из экспедиций получилась чрезвычайно трудной по климатическим условиям: с декабря по март стояли сильные морозы без оттепелей. На озере намерз лед толщиной больше метра - а нужно было пробить и ежедневно поддерживать в рабочем состоянии около двух десятков майн (больших прорубей). Параллельно с эволюцией техники идет и идейное созревание самих исследователей: становится яснее, какие технические задачи предстоит решить и как их правильно решать. Глубоководная деятельность - всегда дорога в неведомое. Сколько бы мы ей ни занимались, каждый год сталкиваемся с чем-то новым. А когда испытываешь новую технику - тем более.



Один из этапов погружения в воды зимнего Байкала элементов нейтринного детектора

Байкал испытывал не только аппаратуру, но и самих исследователей