



НАУКА СОДРУЖЕСТВО ПРОГРЕСС

ЕЖЕНЕДЕЛЬНИК ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Газета выходит с ноября 1957 года № 33-34 (4427-4428) Четверг, 30 августа 2018 года

Спецвыпуск

Молодежь и наука

Летняя школа ISAPP-Baikal «Изучение Вселенной методами многоканальной астрономии»



ISAPP-Baikal
Summer School 2018

С 12 по 21 июля в поселке Большие Коты на берегу озера Байкал проходила XVIII Международная Байкальская летняя школа по физике элементарных частиц и астрофизике. Организована школа Объединенным институтом ядерных исследований, Иркутским государственным университетом и Европейской сетью аспирантских школ по астрофизике частиц ISAPP, при грантовой поддержке Объединения имени Гельмгольца по астрофизике НАР и Российского фонда фундаментальных исследований.

В школе приняли участие ведущие и молодые ученые, а также студенты, магистранты и аспиранты из Бельгии, Великобритании, Венгрии, Германии, Дании, Индии, Испании, Италии, Казахстана, Мексики, Нидерландов, Португалии, России, США, Украины, Франции, Чехии, Швейцарии, Японии. В числе российских участников 17 студентов и аспирантов из ИГУ.

Байкальская школа под эгидой ISAPP проводится впервые. Это был своего рода образовательный и научный эксперимент. Представитель ISAPP **Йорг Хёрандел**, профессор Университета Неймегена и NIKHEF (Национального института ядерной физики и физики высоких энергий, Нидерланды), участник и руководитель нескольких экспериментов по космическим лучам, рассказал о задачах этой организации: «ISAPP – это Европейская сеть международных школ по астрофизике частиц. И, соответственно, занимается она тем, что собирает профессоров и студентов из разных стран и объединяет их для совместной деятельности друг с другом. Что касается школы в России, на Байкале, мне кажется, **сейчас, когда страны в напряженных отношениях друг с другом, самое время с помощью науки восстанавливать сотрудничество**, преодолевать грани-

цы и ограничения. Структуру школы организаторы создавали вместе; ISAPP помогала в подборе лекторов и составлении научной программы».

Были прочитаны 26 лекций по космическим лучам, гамма-астрономии, нейтринной физике, гравитационным волнам, физике черных дыр и другим актуальным направлениям исследований на стыке физики частиц и астрофизики. Среди лекторов – профессора европейских университетов, участники и руководители крупнейших международных экспериментов, таких как IceCube, Pierre Auger, LHAASO, Байкальский нейтринный телескоп Baikal-GVD, эксперимент по космическим лучам в Тункинской долине TAIGA. Молодые ученые, слушатели школы, представили 11 докладов и 12 постерных сообщений.

Байкальскую школу посетил врио ректора ИГУ академик РАН по отделению нанотехнологий и информационных технологий **Игорь Вячеславович Бычков**. В интервью нашей газете он сказал: «Было интересно познакомиться с таким мероприятием, которое имеет длительную историю, и на мой взгляд является если не уникальным, то особенным в нашей научной деятельности, проведении конференций, представлении результатов. **Это своего рода мостик в наше время из 60–80-х годов, когда мы собирались на Байкале, и важно было не то, в каких условиях ты находишься, а какие люди приехали, какие лекции ты слушаешь, что ты сам можешь сказать, обсудить.** Это достаточно тесное объединение ведущих лекторов, молодых ученых, сама организация оставляет на будущее ощущение того, что ты выбрал очень правильное дело – науку. У нас в Сибири мало школ, которые организованы совместно с крупными институтами из центральной части страны. И очень важно, что лекции и обсуждения проводятся на английском. Это еще раз подчеркивает, что язык коммуникаций сегодня в науке очень важен».



Наш адрес в Интернете – <http://jinrmag.jinr.ru/>

Иркутский государственный университет

Учрежден 27 октября 1918 года, что положило начало высшему образованию в Сибири и на Дальнем Востоке. Сегодня образовательный комплекс вуза включает 8 учебных институтов, 8 факультетов, один филиал, одну из крупнейших вузовских библиотек России, магистратуру, аспирантуру, докторантуру и Иркутский виртуальный университет, являющийся базовым в регионе.

В настоящее время в структуре университета 10 крупных научных подразделений, в том числе три НИИ, обсерватория, ботанический сад.

Численность профессорско-преподавательского состава – 1057 человек. Свыше 14,5 тысяч студентов, в том числе почти 700 студентов из 35 зарубежных стран, осваивают программы 50 направлений бакалавриата, 29 направлений магистратуры, 15 направлений аспирантуры. Более 80 000 специалистов за эти годы подготовил ИГУ.

По материалам сайта www.isu.ru

Из интервью газете «Иркутский университет» врио ректора ИГУ И. В. Бычкова:

– В ближайшем времени будет подписано соглашение между ИГУ и Московским государственным университетом, предполагающее возможность обучения по согласованным программам наших студентов 2–3-го курсов в МГУ, а также работу студентов с ведущими учеными России и мира. Вернувшись в Иркутск, студенты будут завершать образование, готовить выпускную квалификационную работу с учетом социально-экономических планов развития Иркутского региона. Мы выстраиваем сотрудничество с крупнейшими товаропроизводителями, работодателями, торгово-промышленной палатой областного правительства, чтобы университет работал, не просто выпуская специалистов, а в тесном сотрудничестве с работодателями, с бизнесом, госструктурами, в которых будут трудиться наши выпускники. В университете совершенствуется система, которая разрешает каждому студенту получить дополнительное образование в области экономики, юриспруденции, иностранного языка, педагогики. Это позволяет расширять возможности трудоустройства выпускников. Еще один важный момент: мы проводим активную работу, связанную с открытием военной кафедры, и рассчитываем, что в ближайшее время такая кафедра будет создана...

Спектр научных исследований в ИГУ велик. Ребята,



обучающиеся на любом направлении обучения, имеют возможность реализовать в науке. У нас есть мегагранты, гранты Российского научного фонда, Российского фонда фундаментальных исследований и других. Что касается международных связей, то мы продолжаем практику выдачи двойных дипломов, планируем увеличивать количество таких программ. Постепенно начнем внедрять преподавание предметов на английском языке... На сегодняшний день у нас заключено более ста соглашений с университетами мира.

Отметим, к 100-летию университета в апреле 2017 года запущен юбилейный сайт ИГУ, в декабре 2017 года сформирован организационный комитет по подготовке к празднованию, в марте 2018 года – зарегистрирована Ассоциация выпускников. В рамках празднования планируются более 170 мероприятий разного уровня.



Н. М. Буднев, Д. ди Шацо, И. П. Иванов, И. В. Бычков.



Европейская сеть аспирантских школ по астрофизике частиц

В 2002 году несколько европейских институтов подписали соглашение о сотрудничестве, чтобы создать общую учебную программу по астрофизике частиц на уровне аспирантуры. Соглашение призвано способствовать мобильности студентов и молодых исследователей, а также организации ежегодных международных школ и другим видам деятельности. Курсы направлены на то, чтобы дополнить и интегрировать обучение, проводимое отдельными университетами, а также улучшить взаимодействие между студентами из разных стран. На основе соглашений, подписанных 36 институтами, выработаны специализированные курсы по астрофизике частиц, предусмотрены двусторонние и многосторонние обмены студентами в отношении исследовательской деятельности в этой области с учетом подготовки их диссертаций (PhD).

Каждый год ISAPP организует 15-дневную или две интенсивные 10-дневные школы, которые проводятся по очереди в разных европейских странах – Германии, Франции, Италии, Испании и др. Некоторые институты признают школы ISAPP как курсы собственной аспирантуры, выдавая сертификаты в соответствии со своими требованиями после проверки знаний учащегося.

В сферу интересов ISAPP попадают нейтринная физика и астрофизика, темная материя, темная энергия, космические лучи, ранняя Вселенная, гравитационные волны. Большое внимание уделяется дискуссиям между участниками школ и преподавателями.

Сегодня в состав ISAPP входят университеты и институты из Франции, Германии, Израиля, Италии, Нидерландов, Норвегии, Словении, Испании, Швеции, Великобритании. Россия представлена тремя институтами: ИЯИ, Курчатовский институт и ОИЯИ. Ведутся переговоры о присоединении и других институтов.

По материалам сайта www.isapp-schools.org

Еженедельник Объединенного института ядерных исследований Регистрационный № 1154 Газета выходит по четвергам. Тираж 1020. Индекс 00146. 50 номеров в год И. о. редактора Г. И. МЯЛКОВСКАЯ
АДРЕС РЕДАКЦИИ: 141980, г. Дубна, Московской обл., аллея Высоцкого, 1а. ТЕЛЕФОНЫ: редактор – 65-184; приемная – 65-812 корреспонденты – 65-181, 65-182; e-mail: dns@jinr.ru Информационная поддержка – компания КОНТАКТ и ЛИТ ОИЯИ. Подписано в печать 29.8.2018 в 12.00. Цена в розницу договорная. Газета отпечатана в Издательском отделе ОИЯИ.

Физфак ИГУ и главные байкальские проекты

Рассказал о них декан физического факультета ИГУ, директор НИИ прикладной физики, ответственный за проекты Байкальский нейтринный телескоп и TAIGA профессор Н. М. Буднев.

– Николай Михайлович, расскажите о физфаке ИГУ.

– Факультет один из старейших в ИГУ, правда сначала он назывался физико-математический. Но вот уже почти 50 лет, как разделился на физический и математический. Тогда на факультете сформировалось несколько научных школ мирового уровня в области радиофизики, физики лазерных кристаллов, рентгеноструктурного анализа и т. д. Эти работы хорошо финансировались из различных источников. Выпускники факультета успешно работают не только в институтах Иркутского научного центра, но и в ОИЯИ (например, Д. В. Наумов – заместитель директора ЛЯП), ЦЕРН, DESY, во многих других российских и зарубежных научных организациях и университетах. После распада СССР существенно снизился объем финансирования как учебного процесса, так и научных исследований, в результате сейчас у нас бюджетный набор сократился до 108 человек в год и осталось только 4 кафедры.

– Какие проблемы ИГУ вы считаете самыми насущными?

– Если говорить о трудностях – во-первых, очень серьезные проблемы с материальным обеспечением, поскольку средства, которые выделяются из Федерального бюджета, вообще не предусматривают составляющей на закупку оборудования и ремонт помещений. В результате у нас помещения некоторых лабораторий не ремонтировались по 30–40 и даже 50 лет. В учебных лабораториях до сих пор есть приборы 1940–50-х годов. Коммерческих студентов на факультете нет, и фактически их быть не может, потому что абитуриенты, которые не могут поступить к нам на бюджет, поступают в другие вузы, где ниже проходной балл. Так что дополнительных источников финансирования у нас нет, а бюджетные деньги на обновление оборудования за последние, скажем, 20 лет поступили только один раз в размере 8 млн рублей...

И вторая очень существенная проблема – то, ради чего в значительной степени вводилось ЕГЭ, работает. Но практически 95 % наших абитуриентов с баллами выше 250 поступают в вузы Москвы и Санкт-Петербурга. Таким образом происходит интенсивное вымывание лучшего интеллектуального потенциала из восточных районов страны, не только из Иркутска. И

если при Советском Союзе существовал обратный поток людей, которые ехали в Сибирь по распределению, – добровольно или не очень, – то теперь лучшие ученики и студенты, которые уезжают из Сибири в Москву, не возвращаются. Может, в порядке исключения только 1–2 %, и то по семейным обстоятельствам. Это очень сильно влияет на сокращение численности населения. Это, конечно, катастрофа.

– В этом номере газеты будет подробно рассказано об экспериментах в Тунке и Байкальском нейтринном телескопе. Каков вклад ОИЯИ в эти проекты?

– Что касается БНТ, то в данный момент вклад ОИЯИ подавляющий и определяющий. Начиная с объемов финансирования – денег, которые выделяются на этот проект, – и заканчивая тем, сколько специалистов из Дубны участвует в этом проекте. В Тунке вклад тоже значительный. Во-первых, в ЛЯП ОИЯИ делаются все механические конструкции для атмосферных черенковских телескопов, которые монтируются в Тунке. Сейчас идет разработка технологии изготовления зеркал для этих телескопов, что чрезвычайно важно, потому что покупать их за границей очень дорого. Кроме того, ведутся теоретические расчеты, моделирование, работа с фотоумножителями для камер телескопов. Вклад очень, очень существенный.

– Когда-то Тунка позиционировалась как первый международный проект на территории России. Сейчас сохраняется этот статус?

– Да, совершенно точно можно сказать, что это единственный эксперимент в России в области астрофизики высоких энергий, в который вкладываются европейские страны, куда реально поставляется оборудование, приезжают работать европейские ученые. В основном это Италия и Германия, есть вклад Румынии, сейчас очень хочет войти в проект Польша. И это очень важно, в том числе и потому что позволяет студентам физического факультета ИГУ в ходе выполнения курсовых и дипломных работ, производственной практики работать на самом современном оборудовании, создаваемом совместно с зарубежными коллегами на базе передового мирового опыта.

– Байкальскую школу можно считать источником кадрового резерва для этих экспериментов?

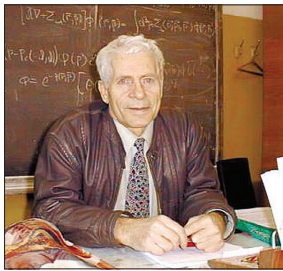
– Не просто «источник», это базовая подготовка кадров для этих проектов. Это очень важно. Здесь собирается много ученых, которые задействованы во всех крупнейших мировых проектах в области астрофизики.



Физфаковское братство

В дни проведения школы в поселке Большие Коты прибавилось постояльцев. Приехали не только участники, лекторы, помощники. В частном секторе – кто на день-другой, кто подольше – расположились выпускники ИГУ, те, кто в разное время возглавлял оргкомитет, слушал лекции, сам докладывал свои результаты. Удивительное переплетение связей, судеб, отъезды-возвращения, новые дружбы, которые становятся частью старой дружбы, и конечно, связь поколений: ученики, учителя, родители – все они родственники по физфаковской линии.

За 18 лет школа создала сообщество физиков, которые каждый год ждут этой встречи, чтобы обменяться новостями, провести время у костра на берегу Байкала.



А еще – вспомнить, как все начиналось. Профессору А. Н. Валлу (**на снимке**), который возглавлял кафедру теоретической физики ИГУ с 1987 по 2015 год, в этом году исполнилось бы 80 лет. Именно с ним Д. В. Наумов, сейчас заместитель директора ЛЯП ОИЯИ, начал проводить школы.

Однако сотрудничество с Дубной имеет более глубокие корни.

«Александр Николаевич Валл был одним из учеников академика Д. В. Ширкова, – рассказывает профессор кафедры теоретической физики ИГУ **С. И. Синеговский**. – Он и еще несколько человек приехали работать в ИГУ и практически обновили кафедру. Это был своего рода десант из Новосибирска. Дмитрий Васильевич, как известно, там работал в то время. Кроме того, имелись и другие связи с Дубной. Я, например, в свое время учился в аспирантуре МГУ, бывал в Лаборатории теоретической ОИЯИ, у меня там были знакомые».

И. А. Перевалова, старший преподаватель кафедры теоретической физики, начала участвовать в школе, когда еще училась на 2-м курсе, а позже пять лет была научным секретарем. «Цель школы была показать мир физики, не только то, что наши профессора им преподают, но и передовые рубежи, авангард, – говорит Ирина Александровна. – Поначалу было ничего непонятно из лекций. Но атмосфера, дух, общение... Здесь не было связи, неделю жили отрезанными от мира и была непередаваемая атмосфера единства».

Рассказывает профессор кафедры теоретической физики ИГУ **С. Э. Коренблит**: «Мне представляется, что, как всякое успешно развивающееся мероприятие, Байкальская летняя школа имеет в своей основе движущее противоречие, диалектическое разрешение которого и обеспечивает ее непрерывное и устойчивое развитие. Суть этого противоречия в своеобразной, исторически сложившейся «матрешечной» структуре школы. С одной стороны, необходимость регулярно знакомить как студентов, так и преподавателей нашей кафедры с новыми физическими идеями и современными достижениями теоретической физики была близка многим преподавателям и, прежде всего, ее заведующему Александру Николаевичу Валлу. С этой целью нам удавалось время от времени организовывать школы с участием одного-двух приглашенных лекторов, таких как Р. Солдати (Болонский университет), Канги Фуджи (Саппоро), М. В. Поляков (Бохум). Чаще зимой приглашались такие известные физики-теоретики из Новосибирска, как Г. Л. Коткин, В. Г. Сербо, В. Л. Черняк. Например, так это было еще 2003 году.

Бесстрастный Интернет фиксирует, что Байкальская

школа также начиналась как фактически зимняя школа в 2004 году, а как летняя школа – еще в 2002 году, когда Александр Николаевич просто вывез вместе с несколькими преподавателями в Большие Коты на свою дачу наших студентов-теоретиков, принявших участие в рабочем совещании по физике частиц, организованном здесь новосибирскими физиками совместно с доцентом кафедры С. И. Политько. С другой стороны, хотя идея использовать Байкал как привлекательное место



Д. Должников, А. Калиткина, С. Э. Коренблит, М. Петропавлова.

для проведения научных школ, таким образом, отнюдь не нова, начавшаяся в 2004 году организация школы совместно с ОИЯИ, в лице одного из наших выпускников и учеников Александра Николаевича, Дмитрия Вадимовича Наумова, означала по сути совершенно иной масштаб и цели этого мероприятия. Именно благодаря Д. В. Наумову численность участников и состав лекторов школы стали быстро увеличиваться, так же как и число регионов, откуда приезжали физики. За эти годы лекции на школе читали академики Д. В. Ширков, А. А. Славнов, В. А. Рубаков, известные ученые В. Г. Багров (ТГУ), К. А. Постнов (ГАИШ, МГУ), Б. Е. Штерн (ИЯИ), М. И. Высоцкий (ИТЭФ), А. Е. Шабат (ФИАН), Л. Мак Лерран, а также И. Ф. Гинзбург, А. Г. Грозин, И. Б. Хриплович и Ю. А. Тихонов из Новосибирска. Поскольку число иностранных лекторов и слушателей из стран-участниц ОИЯИ возрастало, остро встал вопрос о необходимости интернационализации школы, что явно противоречило первоначальным целям иркутян. Я с большим теплом вспоминаю, как приехавший сюда в 2009 году академик В. А. Рубаков, сразу точно уловивший это противоречие, стал после ужина повторять для желающих свои английские лекции на русском языке. Это к вопросу о том, что человек любит больше – науку в себе или себя в науке. Считаю это очень важным примером отношения лектора школы к своим слушателям. Решением языковой проблемы стало создание учебных групп, где слушатели могут задавать вопросы на своем родном языке. Полагаю, что именно такое **диалектическое объединение двух по сути разных школ в одной школе, вместе со способностью их сопредседателей А. Н. Валла и Д. В. Наумова всегда находить компромиссные решения, и определило как уникальность атмосферы этой школы, так и ее высокий уровень**. Это также позволило им создать команду энтузиастов – единомышленников из разных институтов и стран, таких как И. П. Иванов (ОИЯИ), которые понимают всю важность и активно способствуют продолжению деятельности Байкальской летней школы».

Самый лучший мотиватор

Александра Николаевича можно считать моим учителем, по крайней мере до последнего курса. Диплом я делал уже в Дубне с другим руководителем. Мне очень нравилось с ним работать, потому что у него был своеобразный подход – даже какие-то стандартные вещи в физике он переосмысливал и, как правило, объяснял их проще. А это возможно тогда, когда понимаешь предмет лучше. Например, я получил большое удовольствие от того, что мы с ним занимались теорией сверхпроводимости, за которую, как известно, дали Нобелевскую премию. И, как мне показалось, мы посмотрели на это явление совсем с другой стороны.

Когда мы эту школу организовывали, мне было 28 лет, А. Н. Валлу около 60. У меня на тот момент уже существовало довольно ясное представление о том, как «загибаются» хорошие школы. Несмотря на то что их основывали именитые физики, некоторые школы очень быстро превращались в клуб старых друзей. Это, может, неплохо, но считаю, что для таких встреч нет необходимости тратить средства из бюджета или взносы других студентов. Я на таких школах бывал и даже некоторые досрочно покинул, потому что новой информации не получал, а слушать мелкотемье – только время терять. Сам я лектор со стажем, и мне достаточно нескольких минут, чтобы понять, что человек не готовился специально, а накануне из старых слайдов наспех состряпал презентацию – нет ни структурированности, ни интересной темы. Поэтому я с самого начала предложил, и

А. Н. Валл со мной согласился, такое правило – мы приглашаем лектора максимум два раза, чтобы обязательно было обновление лекторского состава.

Почти 17 лет я эти школы проводил в качестве сопредседателя, а потом Александр Николаевич умер. И я подумал – будет символично передать бразды правления Игорю Пьеровичу Иванову. Он приезжал на школу как лектор. Было ясно, что это замечательный ученый, мирового уровня, очень близкий мне по духу. Я очень надеялся, что он будет так же хорош в организации научного мероприятия. В прошлом году состоялась очередная байкальская школа под руководством И. П. Иванова и А. Е. Калошина, и прошла она очень хорошо. Я понял, что им можно передать организацию.

За 20 лет работы школы очень много молодых физиков состоялись как ученые, причем не только в Иркутске, но и в других научных центрах. Многие из них сюда приезжают уже в статусе научных руководителей или научных светил. Для молодежи это самый лучший мотиватор. Они видят, как это работает – еще вчера был ничего не знающим студентом, а сегодня руководитель международного проекта. Также меня лично очень радует, когда у слушателей школы появляются детки, и они с детьми приезжают к нам на школу. Это значит, что все, что мы делаем – остается здесь, на годы, может, десятилетия. И главное, я стараюсь, чтобы все видели: **наука – это не только озарение; на 99 процентов это тяжелый труд, который часто незаметен для окружающих, поскольку потом результаты излагаются стройно, красиво и иногда с артистизмом.**

Д. В. Наумов, ЛЯП ОИЯИ

Эффективная модель образования

Я поступил на физический факультет ИГУ в 2007 году. Со второго курса выбрал специализацию «Теоретическая физика», и летом 2009 года поехал на первую школу на Байкал. Участие в этом мероприятии оставило неизгладимое впечатление. До этого я уже бывал на летних математических школах и имел представление о том, что на них происходит. Однако на байкальской школе поразил охват научных тем: организаторам удалось представить большой спектр проблем физики частиц и астрофизики, более того, в качестве лекторов были приглашены эксперты мирового уровня.

Здесь хочется отметить, что в то время Большой адронный коллайдер только начинал сбор данных, поэтому основной фокус был направлен на это событие, часть лекций читалась сотрудниками ЦЕРН. Однако астрофизика и космология также не были забыты. Председателями школы в то время являлись ее создатели А. Н. Валл из ИГУ и Д. В. Наумов из ОИЯИ. Ими была разработана модель образования на порядок эффективнее отечественных и европейских аналогов. Лекции, работа в группах, самостоятельная работа и неформальное общение гармонично сочетались между собой, проходили в дружелюбной атмосфере, на фоне прекрасной природы Байкала. Я до сих пор нахожусь в контакте с участниками прошлых школ, на которых побывал. К тому же эта школа помогла мне сделать выбор – выполнять дипломную работу в Дубне под руководством М. К. Волкова.

Помимо прочего, школа выполняет важную «идеологическую» задачу: к участию приглашаются студенты со второго курса, это позволяет организаторам и лекторам сформировать в студенческой голове правильное представление о науке, выбрать актуальное направление исследований. Студенты с самого начала понимают, что для достижения успеха необходимо очень много учиться



Д. Г. Костюнин, Д. В. Наумов, Й. Хёрандел.

и работать, знать математику, иностранный язык и программирование, необходимо грамотно излагать свои мысли и уметь слушать. Более того, они имеют возможность напрямую общаться с учеными с мировым именем. Другими словами, студенты имеют возможность «побывать на пике» как теоретической, так и экспериментальной физики, а это оказывает основополагающее влияние на дальнейший выбор молодого человека.

Последний раз я был на школе в 2016 году, когда на школу начали приглашать сотрудников иркутского планетария для проведения астрономических наблюдений. Таким образом участники тем или иным образом занимались наукой, можно сказать, круглосуточно! Я считаю это большим достижением, наглядным результатом многолетнего труда организаторов. В этом году школу сделали под эгидой ISAPP, что сильно сместило акцент научной программы в сторону астрофизики. Надеюсь, что это будет успешный опыт, в то же самое время надеюсь, что физике частиц и теоретической физике вернут учебные часы. Это моя первая байкальская школа, которая проходит под руководством Игоря Иванова, более того, я в ней участвовал в качестве лектора, а не студента, поэтому, в свою очередь, постараюсь внести посильный вклад в ее развитие.

Д. Г. Костюнин, Институт технологий Карлсруэ

Эта цепочка будет продолжаться

Астрофизика и физика элементарных частиц – это области на передовом фронте фундаментальной физики, поэтому в эти исследования вкладываются и ресурсы, и деньги. И если в физике элементарных частиц есть блуждания или сомнения, куда нам дальше двигаться, то в астрофизике все достаточно понятно. Объект для исследования – наша Вселенная – вот он, перед нами, а нам лишь надо дальше развивать инструменты исследования. И мы не просто их развиваем, мы через них раскрываем новые окна во Вселенную. То, что мы много веков видели только с помощью света, теперь можем видеть и в нейтринно, и в гравитационных волнах – разными способами.



Лекторы, которые приехали сюда, – ученые мирового уровня в этих областях. Мы стараемся, чтобы в лекциях был не только исторический обзор, но и информация о том, что прямо сейчас происходит в физике элементарных частиц, астрофизике, и какие сейчас самые современные результаты.

Пожалуй, ярчайший пример – это сообщение коллаборации IceCube, сделанное прямо в день открытия школы. Нейтринный детектор IceCube ловит высокоэнергетические нейтрино, в том числе и те, которые прилетают из космоса, от каких-то очень далеких объектов. В IceCube набрали статистику таких нейтрино, но четко сопоставить хоть одно из них с известным астрофизическим источником до сих пор не удавалось. И вот впервые был идентифицирован объект, блазар TXS 0506+056, далекий и мощный источник гамма-лучей, который излучает еще и нейтрино. [Наша школа называется «Exploring the Universe through multiple messengers», она посвящена изучению Вселенной даже не в разных диапазонах электромагнитных волн, а через самые разные сигналы. Так что это открытие стало своеобразным символом нашей школы.](#)

В этом году школа организована в сотрудничестве с ISAPP. Мы давно вели с ними переговоры и решили в этом году посвятить школу астрофизике, а в следующем году вернуться к обычному формату. Будем придерживаться правила проводить школу на английском языке, приглашать иностранных лекторов и студентов. Мы хотим, чтобы иркутские студенты имели возможность сравнить себя с другими студентами. Ведь одно дело – слушать лекции и выступать со своими докладами, а другое – видеть вокруг себя ребят из Америки и Европы, которые вместе с тобой слушают лекции, решают задачи, преодолевают трудности. Это тоже приобщение к мировой науке, не только непосредственно к исследованиям, но и к процессу обучения. И это то, что нужно обязательно показывать всем российским студентам из регионов, чтобы преодолеть склонность к региональному мышлению, которая часто возникает на местах, оторван-

ных от большой науки.

Для ОИЯИ, одного из основных организаторов, тоже есть интерес. Во-первых, из ОИЯИ сюда приезжают студенты и молодые ученые. Даже если они не работают непосредственно в этой области, но прослушали лекции от передовых ученых – это станет вкладом в их общее образование, и оно им в дальнейшем пригодится. Во-вторых, давно налажена связь между Иркутском и ОИЯИ. Из года в год ребята, которые приходят на физфак, проходят через эту школу, узнают, какая наука делается в ОИЯИ, на Байкале и вообще в мире. Интересуются ей, заводят знакомство, приезжают сначала на дипломную практику в ОИЯИ, потом, может, и на диссертацию, остаются научными сотрудниками. Эта цепочка уже устоявшаяся, и школа в ней играет важную роль. Можно сказать, уже не одно поколение современных молодых ученых ОИЯИ пришло через эту школу из Иркутска, и это будет продолжаться.



И. П. Иванов, ЛЯП ОИЯИ

Тесное общение сглаживает иерархию

Лекции для участников школы читали ведущие ученые из ЦЕРН, ОИЯИ, Университета Копенгагена, Национального института ядерной физики (Италия), Лаборатории астрофизики элементарных частиц и космологии (Франция), Института технологий Карлсруэ и Института гравитационной физики общества Макса Планка (Германия), Женевского университета.

Джузеппе ди Щаццо (INFN, Италия), один из руководителей эксперимента LHAASO, приехал на Байкальскую школу, потому что [«эта школа очень известна в сообществе астрофизиков, она уже создала себе имя»](#). Его лекции, посвященные гамма-астрономии и обнаружению космических лучей, содержали как основополагающие знания, так и знакомство с новейшими исследовательскими устройствами и установками. Одна из них – создаваемая в Китае обсерватория LHAASO. «Установка частично реализована, находится на Тибетском плато на высоте 4 тысячи метров, – говорит Джузеппе ди Щаццо. – К концу этого года планируется запустить по крайней мере первую четверть эксперимента в виде отладочной стадии. По проекту предполагается создать квадратный километр сцинтилляционных счетчиков. Также есть большая сеть мюонных детекторов, которые представляют собой водяные резервуары под трехметровым слоем бетона. Это беспрецедентная площадь мюонных детекторов для таких экспериментов – обычно она составляет порядка нескольких сотен квадратных метров, а у нас 40 тысяч».

Лекции **Маркуса Алерса** (NBI, Дания) были посвящены детектору IceCube, расположенному на Южном полюсе. В лекциях был дан введение в физику нейтрино и нейтринных осцилляций, история их открытия, способы регистрации и идентификации нейтрино высоких энергий. Особенно впечатлил рассказ о том, как создавались и устанавливались в лед гирлянды детектора IceCube. «У меня обычно много приглашений приехать на мероприятия в Россию, но это не так просто, потому что нужно получать визу, – рассказывает Маркус Алерс. – В этот раз я решил принять приглашение, поскольку перед Байкальской школой был симпозиум по космическим

Мы же физики...



лучам в Барнауле, и можно было совместить эти события. На этой школе мне больше всего нравится тесный контакт между лекторами, профессорами и студентами. Мы вместе обедаем и ужинаем, вместе ходим в походы, смотрим на звезды. Это позволяет сгладить иерархию между нами и открывает доступ к прямому взаимодействию».

Кроме того, были прочитаны лекции по черным дырам, нейтринной астрономии, по относящимся к астрофизике частиц исследованиям на Большом адронном коллайдере, по результатам, полученным в обсерватории Pierre Auger. Преподавательский уровень все участники оценили как высокий, лекции – информативные.

Антонин Опихал из Чехии сейчас работает по контракту в ЛЯР ОИЯИ, приехал на школу, потому что слышал о ней много хорошего от коллег: «В Дубне я занимаюсь ядерной физикой, синтезом сверхтяжелых элементов. Здесь для меня новая физика, хотя я много изучал астрономию. Мне очень понравился курс лекций. Здесь я познакомился с сотрудником ОИЯИ, который проведет для меня экскурсию по изготовлению кластеров для Байкальского нейтринного телескопа в Лаборатории ядерных проблем».

Андреас Чокке (университет Тюбингена, Германия) занимается нейтринной физикой, однако решил приехать сюда, потому что интересна тематика и давно хотелось посмотреть Байкал: «Мне все очень нравится – и организовано хорошо, и лекции полезные. На этапе подготовки, когда я собирал документы, все прошло быстро, организовано удобно и доступно. Лекции не совсем по той тематике, по которой я сейчас работаю, но если вдруг захочу сменить область, уже получил полезную информацию – Маркус Алерс сказал, что есть возможность делать зимние смены на IceCube».

Даниил Малых и **Георгий Буков** закончили 3-й курс физфака ИГУ, на школе второй раз, область научных интересов обозначают на стыке физики и медицины, в частности интересуются нейроинтерфейсами. «Вчера была лекция, которая мне очень понравилась, – говорит Георгий, – но мои знания английского еще не позволяют понимать все. Но у нас есть работа в группах, где куратор объясняет доступным языком то, что я раньше не знал по какому-либо причинам или не совсем понимал. И впоследствии можно применить полученные знания. Я, например, уже знаю, где это обсуждалось, где искать дополнительную информацию. Кроме того, с одним из преподавателей мы начали переговоры, чтобы вместе написать научную статью в течение следующего учебного года». Даниил по-английски говорит свободно и с лекциями проблем не испытывает: «Делаю, конечно, ошибки. Но здесь много участников из других стран, и они тоже делают ошибки. Независимо от этого мы друг друга понимаем». И по поводу работы в группах добавляет: «Здесь нет такого, что за неправильное суждение тебя могут обвинить, это просто разговоры о физике. На самом деле эти «посиделки» мне нравятся иногда больше, чем лекции. В прошлом году после таких занятий учиться на 3-м курсе стало намного легче».

Подобные школы хороши еще и тем, что можно узнать о том, как устроена наука в соседних или отдаленных странах. Много интересного рассказал о том, как ведется научное сотрудничество в Казахстане **Асхат Жумабаев** (на снимке слева).

Я окончил Казахский национальный университет имени аль-Фараби, раньше был физический факультет, сейчас физико-технический – есть тенденции к модернизации системы образования. Сейчас учусь в докторантуре, закончил 1-й курс. Наша лаборатория вариаций космических лучей относится к Институту экспериментальной и теоретической физики КазНУ.

Узнал об этой школе года два назад. В 2016 году к нам приезжали специалисты из Иркутска, рассказали о ней. Наша школа, которая проходит в Алматы и финансируется МФГС, в большей степени организована для стран СНГ. И меня удивило, что в этой школе тематика, в принципе, совпадает с нашей. Но лекции более информативные. Даже если чего-то не поймем сразу – мы же физики, получим доступ к презентациям, самостоятельно догоним после школы.

Очень приятно, что лекции на английском языке, потому что мы не только узнаем новую информацию, но и получаем представление, как это докладывать на международном уровне. Я, например, понял, что могу спокойно разговаривать на любые темы, пересказать книгу или фильм, но очень тяжело говорить про физику на английском. Это реальный урок, и по возвращении домой я буду развивать свой технический английский и даже лекции для студентов буду читать только на английском.

Пригласили меня иркутские физики, нам сделали небольшую скидку, и это очень приятно, что организаторы проявляют гибкость в оплате оргвзноса. Спасибо оргкомитету за все. Приятно и то, что школа проходит на Байкале, красивейшая природа, немного похожа на природу казахстанского Борового. И я, пользуясь случаем, приглашаю всех в Казахстан. У нас тепло, очень открытые люди.

Наши молодые ученые стараются налаживать коммуникации с мировыми научными центрами. Не только по физике, но и по биологии, медицине.

Очень сильная научная школа у нас по физике плазмы, много теоретиков-гравитационщиков. Исторически наша лаборатория, космиков, поддерживает тесную связь с космостанцией ФИАН, которая находится на Тянь-Шане, на высоте больше 3 тысяч метров. Это, конечно, не Памир, где высота 5 тысяч метров, но достаточно, чтобы получить уникальные данные. Практически все мои преподаватели и я сам проходили практику на этой станции.

Кроме того, у нас в Алматы, в рамках коллаборации КазНУ–ФИАН создан свой комплекс для изучения космических лучей, мы его модернизируем, делаем апгрейд по всем параметрам. Сейчас мы начинаем заниматься новой темой – измерения радиокомпоненты в ШАП. Как раз сегодня читали лекции по этому направлению. Для меня было новостью, насколько развита эта тематика в мире. Мы тоже будем развиваться, перенимать передовые идеи. Я уже общался с ребятами из Германии, из проекта в Тункинской долине, будем сотрудничать.

Физика – это не только технический момент, но и человеческий фактор. Если кто-то уже умеет делать, и мы сможем. И есть еще экономический фактор. Например, 30 лет назад прошел эксперимент, а материал оборудования остался, тот же самый свинец, железо можно использовать не раз. Когда-то я был на станции Памир-Чакалтая. Там тоже была станция космических лучей в свое время. Ситуация удручающая – шла война и ни о какой физике речи быть не могло. Уникальная установка на этот момент, к сожалению, просто складирована. И очень хорошо, что таджикские ребята смогли ее сохранить. Надеюсь, что у них ситуация улучшится и исследования будут возобновлены.



БНТ на фоне других проектов

О проектах в Тункинской долине и Байкальском нейтринном телескопе были прочитаны лекции, докладывали о своем вкладе молодые ученые, после школы организована экскурсия для лекторского состава на полигон. Интервью с лектором школы **Баиром Шайбоновым** (ОИЯИ) посвящено особенностям Байкальского нейтринного телескопа.

— Почему нужна плотная среда, чтобы регистрировать нейтрино? И в чем преимущества и недостатки сред экспериментов IceCube в антарктических льдах, Antares на Средиземном море и Байкальского нейтринного телескопа?

— Нужна плотная среда, потому что нейтрино слабо взаимодействует, и очень редко происходят нужные события. Нейтрино в основном взаимодействует с ядрами. Чем больше ядер, тем больше нейтринных взаимодействий. Можно в воздухе сделать эксперимент, но какой объем нужен, чтобы получить то же самое, что в плотной среде!

Эффективный объем воды, чтобы регистрировать нейтрино высоких энергий из космоса, должен быть порядка кубического километра. Проект БНТ продвигается к этому значению, IceCube уже достиг его в 2011 году. IceCube находится во льду, на глубине 1,5–2,5 км. Лед там слоистый, он образовывался почти миллион лет назад, когда извергались вулканы. Слои чистого льда перемежаются с грязными, как пирог. Среда очень неоднородная, необходимо это учитывать в анализе данных. Тем более что все сдвинуто, с разными наклонами. Этот лед к тому же еще плавает, и IceCube сдвигается вместе с ним. Но все движется поступательно, опасности нет.

Технология там применялась интересная — бурение горячей водой. На самолетах завозят на Южный полюс солярку, греют воду и пробуривают скважины. В целях экономии организован водяной внутренний цикл. В общем, работает целый завод по растопке льда. Бурят скважину, опускают в нее гирлянды и заливают свежую воду. Эта вода другая по составу — еще одна граница сред, которую надо хорошо знать. К тому же пузыри воздуха, которые туда попадают, создают еще одну искусственную неоднородность.

По сравнению со Средиземным морем у нас на Байкале пресная вода, поэтому мы можем ставить, например, якорь из черного железа, и он 20 лет будет целым и невредимым. На эксперименте Antares, где соленая морская вода, даже нержавейка не стоит, там делают титановые корпуса, цена установки значительно возрастает. Кроме того, в любой морской воде есть радиоактивные соли от калия-40, который испускает фотоны. В Средиземном море есть биолюминисценция — вода теплая, много живых организмов, они тоже светят.

Есть, конечно, и недостатки. Чем больше глубина, тем меньше фона от атмосферных мюонов из космических лучей. У нас глубина 1366 метров, в то время как в Средиземном море 3500, а в Антарктиде около 2500 метров. Поэтому они могут себе позволить ставить гирлянды длиной 1 км, а у нас максимум 500 м, иначе выйдем на уровни, куда проникает солнечный свет, что непозволительно для эксперимента.

— IceCube и БНТ будут конкурентами, или станут дополнять друг друга, когда будут сравнимы по размерам?

— Конечно, будут дополнять друг друга. IceCube находится в Южном полушарии, мы в Северном, причем



БНТ самый северный телескоп из всех существующих. Поэтому мы вместе перекрываем звездное небо. IceCube более чувствительный к северному небу, мы смотрим в другую часть неба, в Южное полушарие. Там и Магеллановы облака, и основная масса галактики, и Млечный путь; больше объектов, и в этом наше преимущество.

— Для наших исследований есть два диапазона энергий — «тэвный» и выше 100 ТэВ. Здесь немаловажно знать, что чем выше энергия нейтрино, тем больше оно взаимодействует с веществом. Поэтому на каком-то этапе Земля становится непрозрачной для нейтрино, это происходит на уровне 100 ТэВ. Поэтому из-под земли нейтрино можно не ждать, и все переворачивается с ног на голову. IceCube в этом диапазоне будет смотреть только свое небо, а до 100 ТэВ будет видеть Северное полушарие. И аналогично для БНТ.

— Зимой, понятно, ведется установка новых кластеров. А сейчас на месте БНТ просто водная гладь?

— Да, сейчас там под водой стоит телескоп, уже довольно большой. К нему подается электричество по подводным линиям, все время идет набор данных.

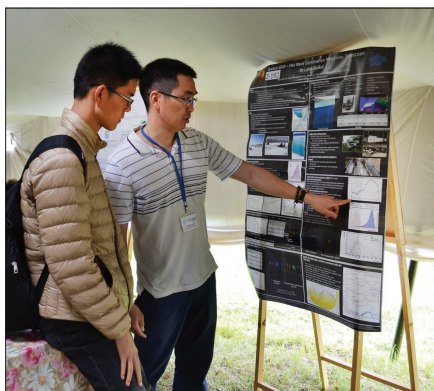
— Сейчас говорят о трех установленных кластерах. Сколько в каждом фотоумножителей?

— 288. Будет всего 8-9 кластеров к 2020–2021 году. И всего порядка 2300–2600 оптических модулей. Меньше чем у IceCube, у них 5600, но мы уже будем сравнимы. Antares в Средиземном море в 100 раз меньше — маленькая установка, всего 12 гирлянд, существует с 2006 года и до сих пор не видит космические нейтрино. А если мы проанализируем наши, уже собранные, данные, возможно, увидим. Набор данных на БНТ идет с 2016 года, уже есть 2,5 года более-менее качественной статистики. Нужно ее обработать, проанализировать. У нас такая область, где важен анализ, это большая составляющая работы, в отличие от других экспериментов, где основную долю затрат составляет детектор. Нам нужно для этого много специалистов, зрелых экспериментаторов. Это огромные массивы данных, сотни терабайт, для их обработки используются суперкомпьютеры. Но самое главное — анализ, его нужно создать, разработать. Я собственно **за этим и приехал на школу — заинтересовать молодых ученых участием в нашем проекте.**

— Мы сейчас находимся на биостанции, и возникает вопрос — нельзя ли БНТ использовать для мониторинга Байкала?

— Телескоп является очень хорошим детектором для мониторинга Байкала, потому что мы видим свечение озера. Соответственно видим слои, которые медленно перемещаются сквозь установку, наши гирлянды в это время качаются на волнах. В принципе, наш детектор — структура с подводным Интернетом и с электричеством, куда другие ученые могут устанавливать свою аппаратуру. И это уже происходит. Приезжали специалисты из Швейцарии, которые изучают озеро, ставили температурные датчики, датчики скорости движения воды. Мы относимся к объектам инфраструктуры коллективного пользования, готовы к сотрудничеству и даже приглашали ученых из лимнологического института в Иркутске, чтобы они изучали наши данные, но никто пока не берется за это.

(Полный текст интервью читайте в электронной версии газеты.)



Университет, школа, эксперимент...

Юля Казарина (НИИ ПФ ИГУ) прошла все «стадии взросления» молодого ученого. Впервые приехала на эту школу студенткой-второкурсницей, делала первый доклад по своим исследованиям, затем была в составе оргкомитета, а прошлым году приглашалась как лектор. И теперь еще один этап – рассказывает о своем пути в науке для нашей газеты.

На Байкальской школе укрепилось мое желание **остаться в науке, появилась заинтересованность**. Здесь можно увидеть ведущих ученых мира, пообщаться с ними, спросить, как они живут, насколько их вдохновляет наука, международные проекты.

Я закончила физфак ИГУ в 2011 году, и мне предложили пойти в аспирантуру по развивающемуся направлению – регистрация радиоизлучения широких атмосферных ливней космических лучей, поскольку планировалось, что в Тункинской долине будут ставить антенны. В 2011 году я устроилась инженером в НИИ прикладной физики ИГУ, и в 2012 году уже началась работа на установке. То есть я участвую с самого начала эксперимента. Ездил в Германию, где обсуждали план развертывания, занималась моделированием радиоизлучения ШАЛ, участвовала в дежурствах, когда идет набор данных, в развертывании установки (мы непосредственно вешали антенны, закапывали кабели) и в обработке данных.

Обсерватория в Тункинской долине называется TAIGA, она основана на базе черенковской установки Тунка-133. В 90-х годах был создан первый прототип установки Тунка-4 (цифра означает количество оптических модулей, соответственно возрастает с развитием установки). TAIGA – это научный комплекс, нацеленный на две задачи. Первая – исследование космических лучей в области сверхвысоких энергий, 10^{15} – 10^{18} электрон-вольт. И вторая – гамма-астрономия, при более низких энергиях. Исследуется большой энергетический диапазон, и нужно разделить инструменты.

Когда частица сверхвысокой энергии попадает в атмосферу Земли, образуется широкий атмосферный ливень (ШАЛ), состоящий из миллиона частиц, но до поверхности Земли доходят преимущественно электроны, протоны, мюоны, гамма-кванты и другие частицы, а также образуется радио- и черенковское излучение. Количество заряженных частиц может быть зарегистрировано сцинтилляционными станциями, также можно измерить радиоизлучение ШАЛ с помощью антенн и черенковское излучение с помощью ФЭУ. В 2012 году при поддержке российско-немецкого гранта РФФИ и НАР было предложено развернуть установку Тунка-Rex для регистрации радиоизлучения ШАЛ. Немецкие специалисты привезли свои антенны и установили в Тункинской долине. Для антенн необходим триггер, потому что мы пока не научились выделять радиосигналы от ШАЛ. Черенковская установка может дать триггер, но она работает только в ясные безлунные ночи – всего 5–10 % от возможного времени работы установки, примерно 500 часов в год. Антенны же могут работать круглосуточно. Чуть позже из Германии привезли сцинтилляторы, передали нам в пользование. То есть в Тунке развернули еще и сцинтилляционную установку, которая работает круглосуточно. В данный момент у нас есть комплекс из трех установок, измеряющий черенковский свет, количество частиц и радиоизлучение от одного и того же ливня, то есть для одного ШАЛа мы можем измерить несколько характеристик.

Гамма-астрономия сейчас одно из самых перспективных направлений исследований. В 2012 году, поми-



мо антенн, поставили еще черенковскую установку Тунка-HiSCORE. Если оптический модуль установки Тунка-133 состоит из одного ФЭУ, то станция Тунка-HiSCORE состоит из четырех ФЭУ, каждый из которых помещен в конус Винстона, чтобы увеличить чувствительность и намного понизить порог регистрации для изучения гамма-квантов от ШАЛа. Происходит поэтапное развертывание установки, в прошлом году было установлено около 50 станций, в этом году хотят увеличить площадь Тунка-HiSCORE в два раза. В прошлом году начал работать телескоп, который собирается всем миром, – у нас в коллаборации 18 институтов из разных стран, в основном из Германии, Италии, России.

Сама обсерватория находится в 150 км от Иркутска, это примерно 3 часа езды на машине. По дороге к ней мы проезжаем самую южную точку Байкала – поселок Култук, и оттуда 50 км в сторону монгольской границы. Приехав на полигон, мы видим... естественную среду обитания для коров – поросшую травой равнину. Присмотревшись, можно увидеть детекторы космических лучей, черенковскую установку на площади 3 кв. км. Видны сначала внешние кластеры установки Тунка-133, антенны радиоэксперимента Тунка-Rex, корпуса из оцинкованного металла, в которых находится сцинтилляционная установка. Причем сцинтилляторы находятся как под землей, так и над землей. В этих ангарх сцинтилляторы регистрируют заряженную компоненту ШАЛ. А под землей, под двухметровым слоем грунта, измеряют количество мюонов, поскольку только мюоны пробивают землю.

Работы по ремонту и обслуживанию установки происходят в основном в летний период, а зимой только дежурства, поскольку бывает очень холодная погода минус 40–45 градусов. Во время дежурства все зависит от того, какие установки работают. Если это ясные безлунные ночи, то работают черенковские установки. Запуск их намного сложнее, чем сцинтилляционной – нужно на всех модулях поднять крышки, когда уйдет солнце, чтобы не сгорели фотоумножители, проверить, все ли работает. Набор данных длится от 2 до 10 часов. Когда ночь заканчивается, нужно обязательно опустить крышки. Бывает, что одна крышка не поднялась, приходится бежать, делать это вручную. Со сцинтилляционной установкой все проще – раз в сутки запускаем, и пока за сутки идет набор данных, мы смотрим, чтобы не было ошибок, чтобы были чистые данные. Бывает, что где-то происходит перегрев и нужно перезапустить процесс или открыть крышку на станции, чтобы охладить ее.



Фото из презентации Д. Г. Костюнина

Что же такое «Сибирский стиль»?

Прежде всего – личное стремление состоявшихся ученых передать знания молодым. Не за зарплату, не в силу служебных обязанностей. Это во многом бескорыстное желание, воспитанное лучшими научными школами, образ жизни неравнодушных людей. И молодежь к таким проявлениям всегда отзывчива – не стесняется задавать вопросы, беседовать о физике у костра, размышлять в кругу друзей. Байкал, по признанию участников, настраивает на особую атмосферу, раскрепощает мышление. Неудивительно, что слушатели время от времени отлучались в одиночестве посидеть на пирсе, а групповые занятия зачастую проходили прямо на прибрежных камнях, под шум байкальских волн.

Андрей Неронов (Университет Женевы) так ответил на вопрос о причине участия в школе в качестве лектора и впечатлениях: «На Байкал интересно съездить, ясное дело. Наверное, без Интернета здесь было бы еще лучше. Сменить обстановку всегда полезно. Если привык думать в каком-то режиме, переключиться в другой режим всегда интересно. Я живу на Женевском озере, и первым делом сравнил размеры. Оно оказалось в длину таким же, как Байкал в ширину. Зимой в Женевском озере вода тоже чистая, прозрачная, летом становится мутной. Но там она прогревается больше +20 градусов. А теперь, после того как я искупался в Байкале, – где вода была +4 градуса, – смогу купаться в Женевском озере зимой».

Мария Петропавлова, Анастасия Калиткина, Дмитрий Должников защитили бакалаврские дипломы в ИГУ, на школе не впервые, и природой их тоже не удивить. Однако в очередной раз находят для себя пользу от пребывания здесь. Мария: «Поскольку наш университет находится далеко от крупных научных центров, эта школа делается, чтобы вывести нас в научный мир. Такой огромный плюс для нас – мы можем пообщаться с иностранцами. Я занимаюсь нейтрино и сверхновыми звездами, здесь много и новой для меня информации, и что-то уже известно из университетских лекций. Мне было интересно узнать, как устроены установки». Дмитрий: «В группах мы разбираем вопросы, которые могли у нас возникнуть в ходе лекций, решаем задачи, которые дают лекторы». Анастасия добавляет: «Ведущий группы Антон Баушев очень интересный человек и сам какие-то задачки нам подкидывает. А если возник вопрос, он не просто на него отвечает, а заставляет нас подумать, найти ответ самостоятельно».

Раджниш Шакия Сингх из Индии сейчас учится в аспирантуре Новосибирского университета. На стандартные вопросы по школе отвечает: «Очень хорошее впечатление, все очень нравится, особенно то, что здесь все естественно, мало электронного загрязнения, в плане компьютеров, Интернета. Хорошо, что мы здесь изучаем физику. **Физика – это наука о природе, и мы находимся очень близко к природе.** Некоторые лекции действительно пригодятся в работе. Да и в целом полезно узнать что-то новое. Я познакомился почти со всеми участниками. У нас есть небольшая группа ребят из Чехии, мы проводим много времени вместе по вечерам».

Максим Лалетин после учебы в МИФИ поступил в аспирантуру Льежского университета. Считает, что лекции подготовлены очень хорошо, кроме того, интересна сама организация – то, что занятия проходят в палатке: «Думаю, **очень интересно переместиться в другую обстановку, немножко меняется настрой. Есть перспектива придумать что-то новое,** о чем не задумывался на своем рабочем месте. Какие-то новые мысли появляются».

Михаил Кузнецов (ИЯИ РАН) рассказал то, что, возможно, пригодится и другим молодым ученым для будущих поездок: «Я давно знал, что здесь проходит школа, но как-то все не получалось – и ехать далеко, и темы не совсем подходящие. В этом году я увидел, что темы практически стопроцентно совпадают с тем, чем я занимаюсь, и набор лекторов очень солидный. Действи-



тельно, мировые лидеры, эксперты. Должен сказать, что смог сюда поехать благодаря фонду поддержки теоретической физики «Базис», куда я отправил заявку. Фонд поддерживает теоретиков – есть гранты и на группу, и на поездки. Надо зарегистрироваться, загрузить портфолио, оформить заявку. Мою фонд одобрил и предоставил средства». Михаил говорит, что в научной работе сейчас находится посередине:

часть времени уделяет работе в эксперименте по космическим лучам Telescope Array, часть – теоретическим исследованиям, имеет преподавательский опыт, поэтому может оценить научную программу с разных ракурсов: «В целом нравится. Лекции хорошие, информативные. Есть такая ремарка – этот материал, который дается на школе, немного сложен для студентов 2–4-го курсов. Это подтверждается тем, что они вопросов практически не задают. Это школа скорее для студентов старших курсов и аспирантов. Есть, конечно, дополнительная разъяснительная работа, но базу, которая нарабатывается 4 года, такими занятиями не компенсируешь. Но в целом, я считаю, этот опыт позитивный. В последнее время научные мероприятия стараются проводить в приятных местах. Это, может, и дополнительно привлекает кого-то, и настраивает на нужную волну. Есть и еще один момент – когда вы находитесь в мегаполисе, вас постоянно что-то отвлекает. А тут особо идти некуда, как говорится, с подводной лодки нигде не денешься. И участники волей-неволей вынуждены общаться между собой».

Роса Майта Паласиос из Боливии на школе представляет университет города Осака (Япония), искала в Интернете школу по тематике космических лучей, и Байкальская ей очень подошла. Она работает в эксперименте Telescope Array, который проводится в штате Юта, США, изучает космические лучи высоких энергий, поэтому все, что здесь рассказывается, для нее очень полезно: «**Нравится организация, не ожидала, что будет время для дополнительных занятий. Такое я вижу впервые. И такая система действительно заставляет думать, заниматься и лучше понять материал.**»

Научный руководитель **Джованни Черибелла** (Университет Макса Планка, Германия) Роберт Мирзоян предложил ему приехать на эту школу. Джованни и сам хотел съездить посмотреть дальнюю часть России, заодно поговорить с учеными о физике: «В организации школы важно, что есть и лекции, и время для учебы. Я был раньше на таких школах, где много лекций и нет времени, чтобы правильно осмыслить материал. А еще нравится, что это все происходит на Байкале, очень хороший баланс между физикой и природой».

Интерес порождает активность

Ведущий научный сотрудник ЛТФ ОИЯИ **Антон Баушев** участвовал в школе в качестве ведущего группы, занимался с ребятами после обеда решением задач и дополнительной проработкой лекций. О целях и смысле своей работы он рассказал так:

«В определенном смысле это работа психолога – приходится участников раскачивать. Это естественно. Молодые люди еще стесняются, они не очень хорошо знают физику. Неважно, что он говорит неправильные вещи, – я его поправлю. Он же не мост строит, он пока только учится. В этом и состоит процесс обучения. Естественно, у него есть вопросы, заблуждения. Главное, чтобы человек не замыкался, общался, не боялся спрашивать».

Передо мной и была поставлена задача, что называется, разговорить людей. Физика сейчас, к сожалению, имеет перекося. Например, есть физическое явление, есть уравнение, которое его описывает, и студент просто начинает численно его решать – правильно, не правильно, неважно. Но это не физика. Физика – это понять, как это явление устроено. Если вы этого не знаете, то никакие уравнения и компьютеры не помогут. Нужно понимать, что даже за сложными явлениями стоит довольно простая физика, которую можно оценить количественно и очень часто объяснить на пальцах. В любой реальной системе действует множество факторов. Например, волны на Байкале – есть ветер, приливное воздействие, вязкость; фазы Луны тоже влияют, но слабо. Важно, когда создается модель, выделить сначала основные влияния, сделать простенький вариант, а потом его усложнять. При этом вы должны проанализировать физическое явление и понять, какие факторы главные, а какие – второстепенные, и поэтому



их можно отбросить. И если вы здесь ошибетесь – электронные симуляции будут неправильными, компьютер думать за вас не будет и подобную ошибку в принципе найти не сможет».

В этом смысле хорошие задачи давали на вступительных в Новосибирский университет. Простейшая задача – машина летит в пропасть. Сколько оборотов она совершит? Понятно, что точное решение задачи очень сложное – надо учитывать воздух, форму машины, скорость и так далее. Но оценить и получить правдоподобную оценку – можно. Это очень важно для обучения, и сейчас это во многом утрачивается. Если ученый не понимает, что происходит, то компьютер не спасет, он посчитает только то, что в него заложили».

Студенты здесь разные, разного уровня. Они еще находятся на той стадии, когда их знания не очень важны. Важен интерес и активность. Именно интерес порождает активность. Физика не приносит много денег – я хочу сразу предупредить тех, кто хочет выбрать эту профессию. Хотя доля физика неплохая. Главное – чтобы нравилось много изучать, читать, разбираться. Если этого нет, человек не сможет эффективно заниматься работой, которая ему неприятна».

Дружба продолжится в Дубне

Две подружки-неразлучницы **Улханым Нуртаева** (Россия) и **Анастасия Чеховская** (Украина) уже встречались на школе в ОИЯИ, но подружились только здесь, на Байкале. Улханым закончила магистратуру НИЯУ МИФИ, работает в ЛТФ ОИЯИ. «Я знала об этой школе раньше, тематика этого года подходит по работе, которой я занимаюсь. У меня теоретический анализ, исследую, как влияют большие магнитные поля, которые появляются при взрыве сверхновых, при слиянии нейтронных звезд, на структуру и свойства атомных ядер. По этой тематике я делаю постерный доклад про взрывы сверхновых, слияние нейтронных звезд, атомные частицы».

Анастасия закончила магистратуру Харьковского университета имени Каразина. «О школе я узнала с сайта ОИЯИ, там есть календарь мероприятий, я слежу за ним, много полезной информации. Моя тематика это, конечно, астрофизика. Но я занимаюсь звездным нуклеосинтезом – ядерными реакциями, которые происходят в звездах при взрывах, при слияниях. Мы можем ставить эксперименты в лабораторных условиях – именно тех низкоэнергетических процессов, которые происходят в звездах. В моем случае получилось очень интересно. Перед Байкальской я была на школе в Италии «Ядра в космосе». И один из преподавателей, читая лекции, сказал, что **каждый уважающий себя астрофизик и астроном должен побывать в мире в двух лабораториях – Гран Сассо и на Байкале.** И так сложилось, что этим летом я побывала и там, и там».



Обеим девушкам понравилась организация школы – высокий уровень лекторов, возможность позже подойти к ним, попросить что-то объяснить или задать вопрос на вечерних занятиях с кураторами. И, конечно, природа, своеобразный поселковый быт, походные условия. «Приехала сюда, и поняла, что давно не была в деревне», – говорит Улханым. Анастасию потрясла природа, как только она оказалась на борту «ракеты»: «Мы не могли отойти от окна. У нас была долгая дорога до Москвы и из Москвы в Иркутск, мы были уставшие, но никто не хотел спать – разве можно такое пропустить!»

Анастасия собирается поступать в аспирантуру, будет подавать документы в ОИЯИ, скорее всего, в ЛЯП или ЛЯР. Так что девушки еще не раз встретятся на площадках Института, и с нашей газетой, надеемся, тоже».

Анастасия собирается поступать в аспирантуру, будет подавать документы в ОИЯИ, скорее всего, в ЛЯП или ЛЯР. Так что девушки еще не раз встретятся на площадках Института, и с нашей газетой, надеемся, тоже».

О чем еще хотелось рассказать

Впечатлений от Байкальской школы – море. Знакомство с интеллигентным поселком Большие Коты, с его жителями – по совместительству сотрудниками биостанции НИИ биологии ИГУ, где был расквартирован наш физический отряд. Беседы о судьбах науки в разных регионах, свободное время наедине с природой, взятие перевала Скрипер физиками-естествоиспытателями. Не у всех получилось. Зато более доступной оказалась гора Гребешок, с которой открывается самый красивый вид на поселок. Трудности оргкомитета, без чьей помощи не состоялся бы этот выпуск, – Татьяна Антошкина, Дарья Черных, Юлия Казарина, Анастасия Фролова, спасибо! И трудности перевода, которые взял на себя, помимо организаторов, Максим Лалетин. Доклады и конкурсы работ молодых ученых. Ольге Петровой (ОИЯИ), Мигелю Молеро Гонзалесу (Испания), Лизе Шлютер (Германия) и Анастасии Чеховской (Украина) – наши поздравления! И благодарность, думаю, от всех –



команде поваров. И вот еще то, чего нельзя не упомянуть: наблюдение звездного неба, когда до 2–3 часов ночи (или утра) под бодрящим байкальским ветром, с надвинутыми капюшонами, в наглухо застегнутых куртках стояли в очереди у телескопа чехи и русские, итальянцы и казахи, украинцы и испанцы, мексиканцы и американцы. Всем досталось удовольствие увидеть небо таким, какое оно есть на самом деле и...

...задуматься о величии Вселенной

– Зачем вам десять метров веревки?

– Как зачем? Чтобы привязывать телескоп к ракете.

Диалог выглядит абсурдным только на первый взгляд: в самом деле, как иначе доставить из Иркутска в Большие Коты внушительных размеров трубу – диаметром 300 миллиметров и длиной почти 1600 – если не привязывать ее к верхней палубе пассажирского теплохода «Восход», в просторечии именуемого «ракетой»?

Иркутский планетарий уже третий год организует для участников Байкальской международной школы по физике элементарных частиц и астрофизике наблюдения объектов глубокого космоса. Большие Коты пока относительно свободны от врага астрономических наблюдений – светового загрязнения, и поэтому за короткую июльскую ночь в телескоп можно увидеть не только сравнительно яркие объекты – планеты, двойные звезды, звездные скопления – но и планетарные туманности, и далекие галактики.

– Только непосредственные наблюдения космических объектов позволяют нам приблизиться к осознанию масштабов огромного мира, в котором мы живем – нашей Вселенной, – говорит исполнительный директор Иркутского планетария **Павел Никифоров**. – Одно дело, когда вы читаете статью о галактике Андромеды, или рассматриваете на своем компьютере ее изображе-



ние, сделанное при помощи космического телескопа имени Хаббла – и совсем другое, когда вы заглядываете в окуляр и видите не типографскую краску, не жидкие кристаллы или светодиоды монитора, а именно те фотоны, которые два с половиной миллиона лет назад были излучены галактикой. Это не только незабываемые эмоции – это повод задуматься о том, как велика Вселенная, сколько нам известно о ней, и сколько пока еще неизвестно.

В программе школы «старгейзингу», то есть наблюдениям в телескоп, в этом году было посвящено целых пять вечеров, однако ясными оказались только три из них – лето в Прибайкалье нынче выдалось дождливое. Конечно, на случай непогоды существовал план Б – лекция о практике наблюдений объектов глубокого космоса для публики, которые Иркутский планетарий проводит с августа 2015 года, о световом загрязнении и способах борьбы с ним. Но, конечно, никакие лекции, даже самые интересные, и никакие фотографии космических объектов, даже самые замечательные, никогда не сравнятся с настоящим звездным небом и возможностью стать ближе к нему. Поэтому все участники школы каждое утро с надеждой смотрели на затянутый облаками горизонт и очень ждали ясного неба. И погода все-таки «пришла» – в телескоп удалось наблюдать Юпитер с его самыми крупными спутниками, Сатурн и его кольца, яркий, близкий к Великому противостоянию Марс, шаровое звездное скопление M13 в созвездии Геркулеса, к которому было отправлено знаменитое радиосообщение Аресибо, планетарные туманности «Кольцо» и «Гантель» в созвездиях Лиры и Лисички, рассеянные звездные скопления в Персее, и даже галактики – знаменитую Туманность Андромеды, а также галактику Водоворот и пару галактик M81 и M82 в созвездии Большой Медведицы.

Евгения Скарднева, Иркутский планетарий



Спецвыпуск подготовлен Галиной МЯЛКОВСКОЙ под редакцией Игоря ИВАНОВА и Дмитрия НАУМОВА.
Фото автора.