

Новая физика или неточность эксперимента?

Стандартная модель под вопросом: выполняется ли лептонная универсальность в распадах прелестных мезонов?

Международная коллаборация LHCb, в которую входят ученые ИЯФ СО РАН и НГУ, сообщила об обнаружении заметного нарушения лептонной универсальности в распадах нейтрального прелестного мезона (B-мезона) на возбужденный каон и лептонную пару (электрон-позитронную либо мюон-антимюонную). Этот экспериментальный результат отклоняется от предсказаний Стандартной модели, в соответствии с которыми вероятности распадов с элек-

трон-позитронной и мюон-антимюонной парами должны быть практически равны. Коллектив исследователей подчеркивает, что данные требуют дополнительной проверки.

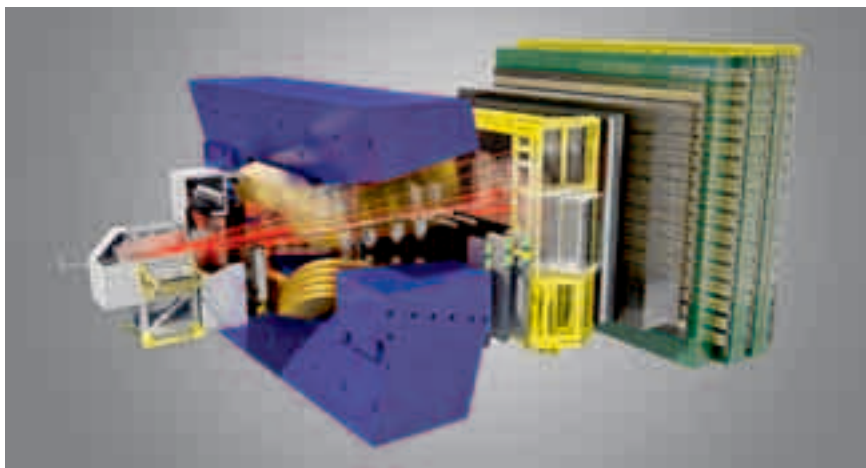
Стандартная модель (СМ) удивительно хорошо описывает фундаментальные взаимодействия элементарных частиц, но некоторые астрофизические наблюдения указывают на то, что она не полностью объясняет физическую картину мира. В лабораторных условиях проверить, есть ли новая физика за пределами Стандартной модели, можно в прецизионных экспериментах по изучению свойств элементарных частиц. Для этого ученые строят коллайдеры, и самый

известный из них — Большой адронный — находится в ЦЕРНе (Женева). Его основная задача — поиск явлений, выходящих за рамки Стандартной модели.

Эксперимент LHCb

В ходе эксперимента на Большом адронном коллайдере коллектив LHCb регистрировал распад нейтральных B-мезонов на нейтральный K*-мезон и пару лептон-антилептон. Лептонная универсальность означает, что вероятности распадов в конечные состояния с разными поколениями лептонов равны. Однако ученые обнаружили, что на каждые три события с появлением электрон-позитронной пары в эксперименте наблюдается лишь около двух событий с парой мюон-антимюон, что противоречит СМ.

Заместитель директора ИЯФа, декан физического факультета НГУ, участник коллаборации LHCb, член-корреспондент РАН А. Е. Бондарь поясняет: «В данном эксперименте есть намек на нарушение симметрии между лептонами разного типа. В СМ в таких процессах асимметрия возникать не должна. Возможно, есть Новая физика, новые частицы, которые взаимодействуют с лептонами».



Детектор LHCb.

Продолжение на стр 2.



Новая физика или неточность эксперимента?

Начало на стр. 1.

ми разных поколений по-разному, что приводит к нарушению симметрии между типами лептонов. Я подчеркиваю — возможно. Мы должны осмыслить это явление, в том числе, теоретически. СМ — это очень жесткая конструкция, дополнить ее, не нарушив самоогласованность, крайне сложно. Поэтому, если в ходе дополнительных измерений обнаружится, что асимметрия действительно существует, надо будет видоизменить СМ так, чтобы наблюдаемый эффект укладывался в единую картину».

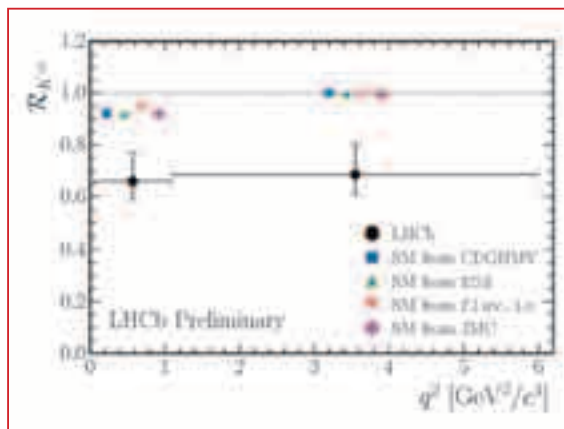
Новая физика или неточность эксперимента?

Статистическая значимость отклонения любых результатов измерений от ожидаемой величины зависит от погрешности измерений, и характеризуется величиной, выраженной в числе, так называемых, стандартных отклонений. В физике элементарных частиц надежно установленным различием между величинами считается разница более чем на 5 стандартных отклонений (сигм). Полученные на LHCb результаты пока не позволяют говорить об открытии нового явления, потому что отклонение измеренной величины от расчетной составляет примерно 2,5 сигмы. Однако, в последнее время данные, полученные при изучении распадов В-мезонов в конечные состояния, содержащие лептонные пары, показывают систематические отклонения от ожиданий СМ.

Роль экспериментов на других коллайдерах

При изучении обсуждаемых событий в эксперименте LHCb для нормировки использовался

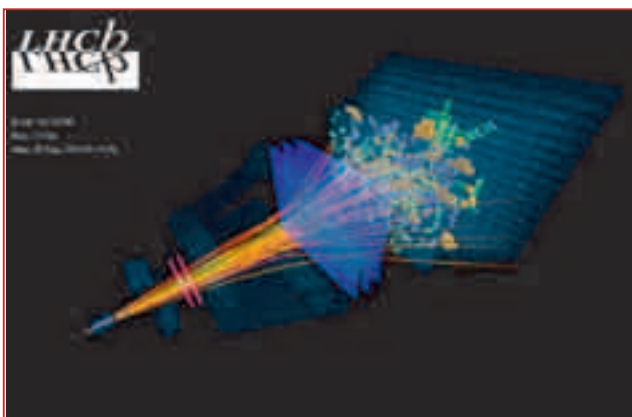
результат, полученный несколько лет назад на ияфовском коллайдере ВЭПП-4М. «Погрешность измерения вероятности распадов, — объясняет Александр Евгеньевич, — может быть вызвана не только статистической ошибкой, но и тем, что процессы с рождением мюонов и электронов регистрируются детектором с разной эффективностью. При анализе данных специально предпринимались меры, чтобы компенсировать возможные систематические ошибки. Например, для контроля эффективности использовались события от распада нейтрального В-мезона на возбужденный каон и J/psi-мезон с последующим распадом J/psi-мезона на электрон-позитронную и мюон-антимюонную пару. Вероятности распада J/psi-мезона на пары лептонов разных поколений измерялись несколько лет назад у нас в институте в эксперименте с детектором КЕДР, и было надежно установлено, что их вероятности равны. Этот результат использовался сейчас



Измеренное отношение вероятностей распадов В⁰-мезона в K^{*0} μ⁺μ⁻ и K^{*0} e⁺e⁻ в сравнении с предсказанием Стандартной модели.

при изучении лептонной универсальности в распадах В-мезонов».

Возможной причиной нарушения симметрии между лептонами разного типа может быть существование новой частицы, так называемого Z'-бозона — тяжелой виртуальной частицы, не описываемой Стандартной моделью. Она может по-разному взаимодействовать с электроном и мюоном, тем самым увеличивая или, наоборот, уменьшая вероятность распада В-мезона в то или иное состояние. Другим возможным объяснением наблюдаемой картины может являться существование гипотетического скалярного лептонокуарка Δ — частицы, взаимодействующей как с кварками, так и с лептонами. Наконец, причиной может быть какое-то неизвестное пока проявление Новой физики. Так что, полученный сегодня результат — это дополнительный стимул обратить пристальное внимание как экспериментаторов, так и теоретиков на эту область поиска.



Изображение экспериментального события, зарегистрированного на LHCb.

А. Сковородина.



Свет Крабовидной туманности

Обсерватория TAIGA увидит недоступный свет от Крабовидной туманности

Ученые ИЯФа и НГУ разрабатывают для гамма-обсерватории TAIGA уникальные детекторы, которые помогут зарегистрировать гамма-кванты в недоступном ранее диапазоне энергии – от 100 ТэВ и выше. Источником таких частиц считается Крабовидная туманность. В будущем это оборудование позволит найти новые источники, а также проверить гипотезы происхождения частиц с высокой энергией.

«Вселенная — большой космический «ускоритель», который производит частицы с гораздо большей энергией, чем самый известный в мире коллайдер LHC, — комментирует старший научный сотрудник ИЯФа, заведующий лабораторией НГУ, к. ф.-м. н. Евгений Анатольевич Кравченко. — Если энергия гамма-квантов (фотонов с высокой энергией) сравнительно мала, то есть составляет несколько десятков ГэВ, их регистрируют на специальных спутниках. Потoki таких частиц большие, но чем выше энергия, тем гамма-квантов становится меньше».

Для сравнения: максимальная энергия сталкивающихся протонов на Большом адронном коллайдере — 7 ТэВ, а энергия гамма-квантов, прилетевших на Землю из космоса, может быть больше 100 ТэВ. Предполагается, что они могут рождаться при взрывах сверхновых звезд.

Заряженные частицы, в основном, протоны, отклоняются межгалактическими магнитными полями и полем самой Солнечной системы, в отличие от них нейтральные гамма-кванты сохраняют направление движения. Поэтому, зарегистрировав их на Земле, мы можем узнать, откуда они прилетели. Попадая в атмосферу, частицы рождают целый ливень заряжен-

ных частиц, по наблюдению которого их и регистрируют. Заряженные частицы и гамма-кванты по-разному взаимодействуют с веществом, их можно отличить друг от друга, используя черенковский телескоп, который «фотографирует» самое начало ливня. Однако при энергиях 100 ТэВ и выше это отличие становится слабым.

«Сито» для частиц

Если атмосферный ливень большой энергии образовался от протона или ядра, он содержит большое количество мюонов, а в ливнях от гамма-квантов они практически отсутствуют. Способность мюонов хорошо проникать через слой земли оказалась очень полезным свойством для астрофизиков. Она позволяет устроить из системы детекторов своеобразное «ситo»: черенковский свет регистрируется наземными телескопами и оптическими станциями, а мюоны — подземными детекторами. В результате гамма-кванты надежно выделяются из общего потока. Чтобы система была эффективна, на площади 1 км² должны быть размещены примерно 1-2 тысячи детекторов мюонов, каждый площадью 1 м². Отсюда вытекает принципиальное требование: доступная цена одного детектора.

Новая технология

Сотрудники ИЯФа и НГУ разработали технологию, при которой можно сделать детектор с использованием элементов российского производства. Стоимость такого детектора составляет примерно тысячу долларов за квадратный метр. Тысяча детекторов, изготовленных по этой технологии, будет стоить примерно один миллион долларов, что немного для экспериментов такого уровня (стоимость зарубежных аналогов достигает 20 тысяч за квадратный метр).

Первые в новой области энергии

Е. А. Кравченко подчеркнул, что участники проекта TAIGA ста-

нут первыми в мире, кто будет регистрировать гамма-кванты в этой области, хотя существует похожий по задачам международный проект СТА (Cherenkov Telescope Array).

«Конечно, это своеобразное научное соперничество, — говорит учёный. — Пока у нас существенное преимущество: СТА находится на стадии проекта, а первая очередь обсерваторий TAIGA уже работает, здесь реализуется научная программа. Планируемая эффективность обсерваторий примерно одинаковая, но наш подход существенно дешевле. В течение двух лет мы надеемся увидеть сигналы от Крабовидной туманности, это позволит впервые наблюдать события в новой области энергии».

Печка, звёзды и две собаки

Обсерватория находится в Тункинской долине, в пятидесяти километрах от Байкала, среди гор и лесов Прибайкалья. Пультовая — небольшой домик с дровяной печкой, в котором находится система управления детекторами. Сюда ученые по очереди приезжают на вахту по десять дней. «В следующий раз поеду в Тунку в июне, — рассказывает Кравченко. — Задачи на вахте: следить за набором экспериментальных данных, контролировать работу детекторов и кормить двух собак».

Головной организацией проекта TAIGA является Иркутский государственный университет. В проекте участвуют более десяти организаций из Италии, Германии, Румынии, России, в том числе, Объединенный институт ядерных исследований (Дубна). С 2016 года к проекту присоединилась совместная группа ИЯФ СО РАН и Новосибирского государственного университета, студенты которого участвуют в разработке детекторов. Общий вклад иностранных участников превысил 300 миллионов рублей.

А. Сковородина.



Вулкан ... в лаборатории

В лаборатории повторили процессы, происходящие в верхней мантии Земли.



Виктор Николаевич Шарапов рассказывает о процессах, происходящих в земной коре.

Кратер «вулкана» постепенно раскалялся, вокруг взметались искры и вот «лава» начала изливаться из дышащего огнем жерла. Этот мини-вулкан был создан прямо на глазах у журналистов, «извержение» произошло в течение нескольких минут, и весь процесс можно было наблюдать на мониторе в совместной Учебно-научной лаборатории электронно-лучевой сварки ИЯФа и НГУ.

На Земле много областей активного вулканизма и сейсмичности, процессы, происходящие там, мало исследованы. Сделать это можно при изучении обломков глубинных пород — ксенолитов, которые выносятся лавами при вулканических извержениях.

Наш мини-вулкан — это образец из коллекции ксенолитов, собранных на поверхности Авачинской сопки, действующего вулкана на Камчатке, «расплавленный» с помощью мощного электронного пучка. В этом лабораторном эксперименте были созданы условия, очень близкие к происходящим во время вулканической активности.

Что происходит внутри установки во время этого эксперимента пояснил научный сотрудник ИЯФа Юрий Игнатьевич Семенов:



«Наша установка формирует сфокусированный пучок электронов. При этом для электронов с энергией 60 кэВ можно создать плотность потока мощностью примерно 10 МВт/см² при диаметре пучка около 1 мм. Для того, чтобы снизить прямое попадание паров и капель обрабатываемых материалов на катод и высоковольтные элементы в нашей установке, перед попаданием на материал электронный пучок совершает поворот на 90°. Это существенно повышает надёжность и ресурс источника электронов».

У ученых мало надежных инструментов, которые позволяют «заглянуть» в недра Земли. Нередко о происходящих процессах можно судить лишь по косвенным признакам, например, по звуковым волнам, которые записывают сейсмологи. Ксенолиты — важный источник информации о минеральном составе и структуре земной коры и верхней мантии. Новосибирских ученых заинтересовала такая неприметная, на первый взгляд, деталь, как трещинные полости внутри ксенолита. В исследовании приняли участие ученые Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, Института теоретической и прикладной механики СО РАН, Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Новосибирского государственного университета и Новосибирского государственного технического университета

Для облучения ксенолитов был выбран режим плавления, при котором пучок электронов диаметром 3-4 сантиметра воздействует на объект в течение 45 минут. Температура плавления на поверхности составляла примерно 2500 градусов. «Граница плавления медленно опускается внутрь,

Юрий Игнатьевич Семенов управляет экспериментом.



Юные гости ИЯФа

С 6 по 10 февраля в институте прошли традиционные Дни открытых дверей, приуроченные к Дню российской науки.

Согласно многолетней традиции, в это время любой желающий может посетить ИЯФ. Как и в предыдущие годы, в рамках Дней открытых дверей были организованы экскурсии по установкам, включающие посещение двух-трех установок из следующего списка: ВЭПП-2000, ВЭПП-4М, ГОЛ-3, ГДЛ, БНЗТ, облучательный центр, станции СИ. Академик Г. Н. Кулипанов прочел лекцию о синхротронном и терагерцовом излучении.

Совет молодых ученых заранее провел работу по целевому информированию учебных заведений о Днях открытых дверей в институте. В этом году ИЯФ посетило примерно четыреста человек, из них около ста побывали на открытой лекции академика Кулипанова.

Число экскурсантов на этот раз оказалось меньше, чем годом ранее. Это, на мой взгляд, связано с распространением ОРВИ, из-за которого в некоторых учебных заведениях были запрещены организованные выезды учащихся. Экскурсии посещают в основном группы школьников и учащихся колледжей Новосибирска и области, а также студенты вузов города. Несмотря на отсутствие широкой рекламы Дней



Фото Н. Купиной.

науки в прессе (было лишь две статьи с расписанием мероприятий), примерно сто человек пришли вне организованных групп в указанные часы. Большая часть пришедших вне организованных групп — это семьи с детьми (7-12 лет). Для того, чтобы посетить ИЯФ, одна семья специально приехала из Алтайского края. 7 февраля ИЯФ посетили директора и сотрудники планетариев со всей России, для них была организована лекция и экскурсия по институту.

В целом, все мероприятия прошли, как и было запланировано. Хочу поблагодарить всех сотрудников ИЯФа, принимавших участие в организации Дней открытых дверей, а также сотрудников экспериментальных установок, на которых проводились экскурсии, за слаженную работу и понимание.

И. Сурин, председатель совета молодых ученых.



Источник мощных электронных пучков для обработки материалов, в камере этой установки плавился ксенолит.

— объясняет доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник ИГМ, профессор кафедры ГГФНГУ Виктор Николаевич Шарапов, — а на поверхности кипит расплав, так же, как лава кипит на вулкане. Только температура в эксперименте примерно в два раза выше, чем в лаве самого горячего Гавайского вулкана. Это позволило получить потоки газов, которые фильтровались по трещинам, растворяли минералы, при этом на холодной поверхности формировались конденсаты».

Полученная в эксперименте скорость растворения хорошо согласуется с оценками в рамках математической модели, созданной сотрудниками ИТПМ А. Н. Черепановым и В. К. Черепановой. То, что в природе происходит во время сильных землетрясений в течение нескольких дней, в лабораторных условиях заняло менее сорока пяти минут.

Исследования, которые проводят новосибирские ученые, очень важны. Прежде всего, они позволяют совершенствовать прогноз времени и места возможной сейсмической активности, следовательно, помогают снизить опасность для людей, проживающих в этих районах. Другой, не менее важный аспект: эти исследования расширяют и уточняют информацию об образовании рудных месторождений.

... Эксперимент завершился, установку выключили, образец осторожно извлекли и наш мини-вулкан потихоньку остыл на небольшой металлической пластине на столе. Ученые получили важные результаты, и для этого им не пришлось исследовать кратер настоящего вулкана.



И. Онучина.

Фото Н. Купиной.

*Рисунок
Д. Чекменёва.*



24 апреля в Государственном концертном зале имени Арнольда Каца состоялись концерты Симфонического оркестра Мариинского театра под управлением Валерия Гергиева.

Выступления прошли в рамках XVI Московского Пасхального фестиваля, посвященного 135-летию со дня рождения И. Ф. Стравинского. Фестиваль проходит с 16 апреля по 9 мая. За это время концерты Симфонического оркестра Мариинского театра и Валерия Гергиева пройдут более чем в двадцати регионах России: в Москве, Казани, Альметьевске, Набережных Челнах, Оренбурге, Магнитогорске, Екатеринбурге, Сургуте, Тюмени, Новосибирске, Кемерово, Томске, Омске, Стрежевом, Перми, Ульяновске, Саранске, Нижнем Новгороде, Владимире, Туле, Курске, Владикавказе, Ставрополе и Воронеже. Осуществить столь масштабную программу музыкантам по традиции «поможет» специальный чартерный поезд Московского Пасхального фестиваля.

Коллектив под управлением маэстро дал в нашем городе два концерта: в 16.30 состоялось благотворительное выступление для одаренных детей из Новосибирска и Новосибирской области. В его программе прозвучали: «Вальс» Равеля, фрагменты из музыки к балету «Щелкунчик» Чайковского и русские потешные сцены в четырёх картинах «Петрушка» Стравинского. В 19 часов музыканты вновь вышли на сцену. В вечерней программе новосибирская публика услышала симфоническую поэму Р. Штрауса «Жизнь героя» и Четвертую симфонию Малера, солировала А. Калагина (сопрано).

В обеих программах выступил Симфонический оркестр Мариинского театра под управлением Валерия Гергиева. Второй раз за концертный сезон дирижер вы-



Полпред музыки

шел на сцену Новосибирской филармонии: предыдущее выступление состоялось в октябре.

Кульминацией Фестиваля стал традиционный концерт Симфонического оркестра Мариинского театра под управлением Валерия Гергиева на Поклонной горе 9 мая в День Великой Победы.

Из Тюмени в Новосибирск поезд Московского Пасхального фестиваля прибыл около трех часов пополудни. На перроне оркестр и маэстро Гергиева ждала большая группа встречающих во главе с полномочным представителем Президента Российской Федерации в СФО С. И. Меняйло, министром культуры Новосибирской области И. Н. Решетниковым, генеральным директором Новосибирской филармонии Б. А. Мухамединым. Несмотря на хмурую погоду и холодный ветер, настроение у всех было приподнятое. После некоторой задержки на перрон под аплодисменты и звон колоколов вышел маэстро. Ответ-

дав хлеб-соль, которые по традиции ему преподнесли три красавицы в роскошных народных костюмах, Валерий Абисалович, на плечи которому заботливо накинули теплую куртку, прошел в конференц-зал в здании железнодорожного вокзала, где ответил на вопросы многочисленных журналистов.

О программе концертов

— Уже шестнадцать лет мы выступаем во многих регионах России, где люди ждут встречи с прекрасной музыкой. Настроение в пасхальные недели приподнятое, радостное, и мы стараемся отбирать произведения, которые могут наполнить это ощущение, очень важно разнообразие программы. Я считаю, что в Новосибирске в высшей степени подготовленная публика, для того, чтобы воспринимать не только хорошо известные произведения, но и менее знакомые. Чтобы испол-



нить сегодняшнюю программу, от музыкантов требуется высокое мастерство, серьезные ресурсы. Прозвучат самые весенние, лучезарные симфонии: четвертая симфония Малера, блестящее произведение Штрауса «Жизнь героя» и многие другие. В новосибирской программе будут и популярные, сверкающие по настроению произведения. Думаю, что руководство Новосибирской филармонии сделало все возможное, чтобы в зале были представители самых разных слоев населения, прежде всего, молодежи, школьников, юношества, и конечно, любители музыки со стажем, которых мы очень ценим и любим.

Через всю Россию

— Нам предстоит выступить еще примерно в пятнадцати регионах России и вернуться в Москву. Это очень интересная и благородная задача, но она требует сил и большой самодисциплины. Маршрут интересный, но утомительный: оркестр должен отдыхать, отсыпаться. Сегодня у нас два концерта, а потом — на поезд, завтра — Кемерово и Томск. Мы уже побывали в Сургуте, Тюмени, Оренбурге, Магнитогорске, Казани, Альметьевске и многих других городах.

Новый зал

— Лет шесть-семь назад здесь не было концертного зала, а сейчас есть, и замечательный. Я очень этому рад: приезжаю сюда уже в четвертый раз и всегда люблю этим залом, который прекрасно устроен акустически и эстетически. Хочется верить, что сегодня будет качественный, красочный, динамичный концерт. В Новосибирске мы играем с большим удовольствием.

Оркестр Новосибирской филармонии

— Новосибирск — город с большими культурными традициями, очень мощный индустри-

альный, социальный, культурный и научный центр, объединяющий воедино три очень важных региона. Здесь всегда был замечательный оркестр. Я приезжал сюда, еще будучи студентом пятого курса. На меня тогда обратил внимание и пригласил А. М. Кац, позже мы встречались с ним в Ленинграде. Именно во время этих концертов я уже тогда сделал для себя открытие, что наряду со столичными есть в стране и другие высокопрофессиональные оркестры, такие, как оркестр Каца. Мне кажется, культурные обмены очень полезны, и мы более чем расположены к этому с новосибирским оркестром.

Мариинский театр

— В Новосибирск оркестр Мариинского театра впервые приехал более десяти лет назад. Мы выступали в Оперном театре, там только что закончилась реконструкция. Масштабы этого театра произвели большое впечатление. У нас тогда еще не было своего театра: появилась задача, не отстать от культурного центра Сибири. Сейчас Мариинский театр — это очень большой комплекс: два театра, роскошный концертный зал и несколько камерных. Мы можем ежедневно одновременно показывать семь-восемь крупных акций — для детей, для юношества, для поклонников оперы и для любителей балета. У нас более тысячи спектаклей в год. Все это поддерживать очень непросто. Труппа Мариинского театра составляет около четырех тысяч человек. Сюда, в Новосибирск, приехало девяносто человек. Это наши музыканты, среди них много молодежи, которые только начинают свой творческий путь, и конечно — опытные музыканты. Мы



ищем золотое сочетание молодости и опыта, это дает возможность сплавить блестящий коллектив.

О перспективах

— Я хотел бы чаще видеть у нас новосибирский оркестр. Мы только что приехали из Тюмени, там пригласили к себе тюменский филармонический оркестр, и весной 2018 года он выступит и в С-Петербурге, и в Москве. Такие обмены полезны, и мы к ним готовы.

Сейчас мы активно работаем во Владивостоке — там создан наш Приморский филиал, ведется такая же работа во Владикавказе.

Я работал в «Метрополитен-опере», в «Ла-Скала», в Королевском оперном театре «Ковент-Гарден», и могу сказать, что мы переросли их, по крайней мере, по масштабам деятельности, да и качество можем давать очень высокое.

Мы сейчас ведем поиск новой модели Мариинского театра. Если десять ведущих коллективов подтянут пятьдесят коллективов, которые сегодня находятся в более тяжелом положении — может быть, это та модель, которая сейчас нужна России. Сейчас нужно заниматься делом лучше, чем десять-двадцать лет назад. И возможности для этого есть: в целом, со стороны государства очень сильная поддержка культуры.

И. Онучина, фото автора.



«Разлив» начинает сезон



Лето вступило в свои права: пляж, солнце, море — и все это не только в Сочи, но и у нас, в Сибири. Отлично провести и выходные, и весь отпуск можно на ияфовской базе отдыха «Разлив». Усилиями дирекции и профкома института «Разлив» благоустраивается, отдых здесь становится все более комфортным, а досуг и взрослых, и детей — разнообразным и интересным.

Этим летом «Разлив» распахнет свои ворота 9 июня, и с этого дня стартует сезон-2017.



Просп. Ак. Лаврентьева, 11, к. 423.
Редактор И. В. Онучина.
Телефон: 8 (383) 329-49-80
Эл. почта: onuchina@inp.nsk.su

Издается
ученым советом и профкомом
ИЯФ им. Г. И. Будкера СО РАН
Печать офсетная.
Заказ № 29

Выходит один раз
в месяц.
Тираж 500 экз.
Бесплатно.