



Как готовить настоящих физиков

Интервью декана физического факультета МГУ, проф. Н.Н.Сысоева проекту “Страница 42” (Андрей Шмаров, Дан Медовников). Приводится в сокращенном виде (февраль, 2014)

От фундаментальной науки — к инжинирингу

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ НАУКИ	1
КОНКУРСЫ / НАГРАДЫ	10
ДИССЕРТАЦИИ	12
КОНФЕРЕНЦИИ	14
УЧЕНЫЕ ФИЗФАКА МГУ	16
ФИЗФАК — ШКОЛЕ	19

Андрей Шмаров: А что это за тренд новый? Физфак МГУ — абсолютно академическая, казалось бы, история. И вдруг такие слова как инжиниринг, ОКР. Вы же — НИР, а не ОКР.

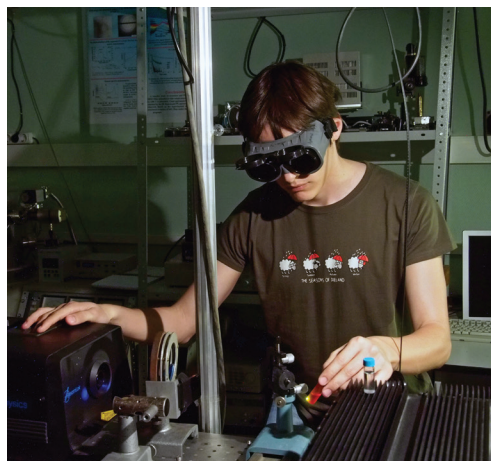
Николай Сысоев: Мы и НИР, и ОКР теперь выполняем. Дело в том, что ситуация изменилась и в стране, и в мире. Раньше, если мы занимались фундаментальными исследованиями и потом их результаты внедрялись в прикладных институтах, то теперь система нарушена. Поэтому, чтобы выживать и зарабатывать деньги и учить наших студентов не только фундаментальным исследованиям, но и приложениям, инновационным разработкам, мы стараемся давать им не только фундаментальные знания, но еще и инжиниринг. Сейчас мы пытаемся создать отделение физического инжиниринга, на котором будем учить наших студентов и тому, что такое ОКР.

Дан Медовников: Я, когда приехал в Московский университет, думал, что пришел в храм высокой науки, высокой теории — буду сейчас красивую формулу на доске писать. А первое, чем заставляют заниматься на первом курсе, — это введение в технику эксперимента. Тебя ведут, дают в руки паяльник. А чтобы спаять генератор, тебе надо и корпус его выточить, надо кучу всего сделать. И практически весь производственный цикл в мастерских

физфака мы проходили. И база-то была всегда. То есть 70 процентов с физфака всегда были экспериментаторы, люди, умеющие работать руками.



Николай Сысоев: Совершенно верно! Без навыков работы теперь уже с микросхемами и микропроцессорами, с другими серьезными приборами, физик не может состояться. И инжиниринг, что очень интересно, это создание совершенно новой техники. Физик, если он не знает, как устроен телефон и как микросхема работает, — это не физик уже. Есть у нас и теоретики сильные. Но так как физика — экспериментальная наука, обязательно нужны инженерные навыки.



Дан Медовников: Капица или Рерфорд — они же все своими руками делали — от и до. Расскажите, пожалуйста, о ваших научных интересах.

Николай Сысоев: Я занимаюсь физикой взрыва — это и газовая динамика, и физика плазмы, и гидродинамика, и сверхзвуковые струи, и плазменная аэродинамика, холодная плазма. Допустим, тело летит со сверхзвуковой скоростью и его в сверхзвуковом потоке закрывает т.н. плазменный лист. Это влияет на коэффициент лобового сопротивления, дает возможность эффективно влиять на управление полетом на этих высотах. Вот вам и плазменная аэродинамика...

Дан Медовников: А вот скажите, сейчас же эта тема очень модна — гиперзвуковое оружие. Опять-таки, извините, к посланию В.В. Путина обратимся, что американцы принимают концепцию молниеносного удара в любой точке планеты меньше чем за час. Ключевой элемент — это гиперзвук. И почему там важна вот эта плазменная, как вы сказали, аэродинамика.

Николай Сысоев: Плазменная аэродинамика — это не только для гиперзвука, она действительно может влиять на коэффициент лобового сопротивления. Мы экспериментально на кафедре молекулярной физики работаем над этим. Есть газодинамические таблицы прихода тела, допустим, в атмосферу Земли, и надо считать давление, плотность — все меняется: скорости и т.д. В свое время для космической эры создавались такие таблицы, они были секретными. Американцы свои считали, мы — свои. Потом американцы признали, что наши таблицы, которые считали у нас на кафедре, оказались значительно точнее. Почему молекулярная физика, хотя, казалось бы, здесь не только молекулы взаимодействуют? Потому что все эти процессы происходят за фронтом ударной волны — молекулы вращаются, колеблются, осуществляют поступательные движения и все это на молекулярном уровне учитывается и в расчетах, и в экспериментах. Это и есть настоящая нанотехнология, этим

занимались уже десятки лет назад. В последнее время модно стало говорить о нанотехнологиях. Вы, наверное, знаете, что при взрыве килограмма тротила образуется где-то 10–12% наноалмазов? Это ведь тоже нанотехнология! И мы этим занимались за десятки лет до того, как началась нанопопея. У нас стоят ударные трубы, на которых мы получаем сверхзвуковые потоки. Вот и плазменный лист был получен экспериментально у нас в лаборатории, на третьем этаже физфака.

Дан Медовников: Ну, вот про гиперзвук. Сейчас какие скорости? Уже до 10 Махов, наверное?

Николай Сысоев: Число Маха показывает во сколько раз скорость тела выше скорости звука. У нас на кафедре мы экспериментально получали скорость до 40 Махов. Разгоняли газ, в многодиафрагменной ударной трубе и он обтекал установленное на выходе трубы тело с этой скоростью. Для регистрации визуализировали ударную волну с помощью сложной системы интерферометров, теневых и других методов. При этом снимали в те времена на пленку. Скорость съемки должна быть несколько миллионов (миллиона два-три) кадров в секунду. Как это делать, с помощью какого аппарата? Ни одна пленка не выдержит...

Дан Медовников: Во время атомного проекта же придумали, как взрывы снимать.

Николай Сысоев: Да, там вращается зеркало. У нас как раз эти приборы на физфаке стояли, которые потом срочно утилизировали, поскольку они фонили. Так вот интерес состоит в том, посмотреть, как ведут себя молекулы при таких скоростях, какие у них там поступательные характеристики, вращательные характеристики, как они ведут себя, как передают энергию.

Андрей Шмаров: А что, вот реальные какие-то артефакты — ракеты или там боеголовки, они до 40 Махов доходят?

Николай Сысоев: Конечно, нет! Но до гиперзвука в 5–6 Махов разогнать можно. Такую ракету невозможно сбить, невозможно ее, так сказать, поймать. Но мы занимаемся фундаментальными исследованиями.

Дан Медовников: Там очень интересные свойства, по-видимому, возникают. Ну, помимо этого плазменного листа, очень интересно себя ведет и сама плазма.

Николай Сысоев: И сама плазма, и ее плотность, и турбулентность при обтекании. Взрыв — это не только взрывчатое вещество (тротил, гексоген или др.) Лазерный взрыв, допустим. Если фокусировать даже обычный лазер, не очень мощный, то выделяется энергия: взрыв, ударная волна — все как при настоящем взрыве. Это целая наука, определенное направление. Я сейчас читаю лекции на пятом курсе — физику взрыва, до меня ее никто не читал на физфаке. Это направление действительно в себя вбирает всю физическую науку: и квантовую механику, и электродинамику, и теоретическую механику. Практически там присутствует вся физика.

Дан Медовников: Это вообще, наверное, один из самых сложных физических процессов. Когда взорвали атомную бомбу, какая красивая физика, где фундаментальная наука и прикладная, а между ними зазор чрезвычайно маленький.

Николай Сысоев: Это — пример объединения фундаментальной и прикладной науки. Без фундаментальной науки никакая инновация невозможна.

Революции от физфака: в телекоммуникациях и двигателестроении

Андрей Шмаров: Я вот все хочу вернуться к инжинирингу. Вы говорите, студенты проявляют к нему большой интерес. А вот как, какая модель поведения или модель интереса студента?

Николай Сысоев: На примере показать? У нас на физфаке разработанная новая система связи. Причем вы знаете, что сейчас беспроводная скорость передачи информации максимум 10–12 Гигабит в секунду, а у нас скорость передачи — 20 Гигабит в секунду.

Дан Медовников: Представляешь, вообще, что на физфаке делается, какую мину заложили под мировые телекоммуникации?

Николай Сысоев: Это очень серьезно. Это устройство мы сейчас сделали в железе. А американцы только объявили программу, причем большие деньги выделили. У нас передача информации — беспроводная. Вы сами понимаете, оптоволокно по городу проведите, это сколько будет стоить? Причем передача информации происходит ниже уровня шумов на 20 децибел, т.е. ее невозможно

перехватить, подслушать. И когда студенты работали над этой программой, у них глаза горели, они и днями и ночами у нас работали, настолько был велик интерес. Вот в чем преимущество физфака — у нас во всех научно-исследовательских и ОКР-овских проектах участвуют студенты. Я могу сказать, что сейчас на физфаке разработаны новые магнитные материалы, которые применяются для электродвигателей. У них коэффициент КПД повышен на 5–10 %, вес этих двигателей в 5–6 раз ниже веса аналогичных по параметрам современных двигателей. Они работают на новом принципе, где нет катушек и прочих лишних механических деталей, поэтому — мало шумящие.

Дан Медовников: Вы как-то эти вещи коммерциализуете?

Николай Сысоев: Сотрудники физфака, создатели этого материала, выиграли мегагрант, сделали этот двигатель. Поставили двигатель у себя на лодку, на обычную, рыболовную. И на этой лодке они прошли довольно большое расстояние, пока аккумулятор не сел. Это была реальная проверка экономичности двигателя. Этот проект в настоящее время реально

коммерциализируется. А двигатели есть везде: и в машинах, и на кораблях и в самолетах.

Андрей Шмаров: А вот вы говорите «занимаемся, занимаемся». А как выглядят вот эти коллективы? Примерно вот такие проекты, это сколько человек?

Николай Сысоев: Ну, проекты все разные, конечно. Была у нас программа, в ней участвовало от 7 до 10 кафедр. И молекулярщики, и электродинамикой занимались, и магнитными материалами. Мы сделали очень хорошую работу.

Дан Медовников: А с другими факультетами были какие-нибудь междисциплинарные проекты?

Николай Сысоев: С химиками мы очень тесно работаем, и с биологами работаем, и даже с психологами работаем очень тесно. У них детектор лжи. Полиграф, по-научному. Мы для них делаем дистанционные датчики для съема различной информации о состоянии человека. Со многими другими работаем.



МГУ вошел в число 50 лучших вузов мира по физике и математике согласно рейтинга QS-2014.

Московский государственный университет имени Ломоносова вошел в число 50 лучших вузов мира по качеству обучения и исследований по специальностям «Физика и астрономия» и «Математика». Согласно ежегодному рейтингу вузов QS, публикуемому британской компанией Quacquarelli Symonds, МГУ занимает 49-е место по обоим направлениям.

По сравнению с прошлым годом МГУ несколько ухудшил показатели по математике (в 2013 г. университет занимал 42-е место), но улучшил по физике (в 2013 г. — 51–100 позиции). Кроме того, лучший российский вуз по версии QS входит в первую сотню университетов по изучению современных языков и философии.

В группе вузов со 101-го по 151-е места МГУ оказался по химии, информатике, геологии и гидрологии. Также

он вошел в топ-200 по науке о материалах, статистике и операционным исследованиям и машиностроению.

Тремя лучшими вузами по изучению математики стали Гарвардский университет (США), Массачусетский технологический институт (США) и Оксфордский институт (Великобритания). Лидирующие позиции в области изучения физики также занимают МТИ и Гарвардский университет, но Великобританию представляет не Оксфорд, а Кембридж.

В 2014 г. рейтинг вузов QS был составлен по 30 специальностям. Его создатели оценивали университеты по четырем параметрам — академической репутации, репутации среди работодателей, среднему индексу цитируемости научной статьи и индексу Хирша.

ПРЕДЛОЖЕН И ИССЛЕДОВАН НОВЫЙ ТИП ПЛАЗМЕННОГО ЛИСТА НА ОСНОВЕ СИЛЬНОТОЧНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО РАЗРЯДА



Ударная волна от управляемого энерговклада

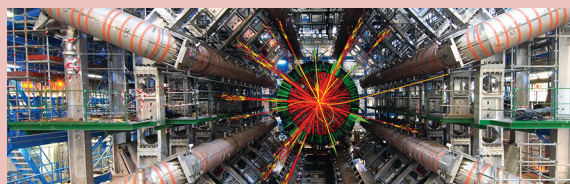
Плазменный лист

Ученые МГУ предложили и исследовали новый тип плазменного актуатора — плазменный лист на основе распределенного сильноточного поверхностного разряда.

Плазменный лист толщиной 0,5 мм представляет собой совокупность параллельных разрядов, скользящих по поверхности диэлектрика).

Энергия, достигаемая при наносекундном воздействии импульсного разряда на поток газа достигает 3 эВ на молекулу, воздействие осуществляется за счет генерации ударных волн от управляемого импульсного энерговклада. Актуатор способен воздействовать на ударные волны, в частности, в пограничном слое при сверхзвуковом обтекании элементов летательных аппаратов.

Группа физиков (под руководством Н.Н. Сыроева и И.А. Знаменской) показала, что в импульсно-периодическом режиме актуатор позволяет управлять обтеканием на трансзвуковых и сверхзвуковых скоростях полета.



НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКА ТЕМНОЙ МАТЕРИИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ATLAS

Учеными физического факультета и НИИЯФ МГУ под руководством Проф. Лидии Смирновой (кафедра общей ядерной физики) в международной коллаборации ATLAS (CERN) получены новые результаты поиска темной материи в экспериментах ATLAS.

Поиск слабовазаимодействующих массивных частиц (WIMP), обозначаемых как χ , проведен в протонных соударениях при энергии 8 ТэВ в системе центра масс на всех имеющихся данных (20.3 фб^{-1}) в эксперименте ATLAS. Эти частицы являются вероятными кандидатами на роль темной материи во вселенной. Рождение их может происходить в протонных соударениях парами через неизвестное промежуточное состояние. Проведенные исследования имеют высокую чувствительность к WIMP частицам с

небольшой массой m_χ , где эксперименты прямого детектирования таких частиц имеют низкую эффективность. Подобно нейтрину, WIMP частицы не могут быть зарегистрированы в детекторе ATLAS, но можно выделить события с их присутствием благодаря большой недостающей энергии, если они содержат также обычные частицы стандартной модели, рожденные за счет излучения в начальном состоянии. Такая реакция может быть записана в виде $pp \rightarrow \chi\bar{\chi} + X$, где X может обозначать ассоциированные струи, фотон, W или Z бозоны. Новый поиск проведен для событий с ассоциированным рождением W или Z , распадающихся по адронному каналу, с образованием струй адронов.

Отбирались события с величиной недостающей энергии выше 350 и 500 ГэВ. Не обнаружено превышения

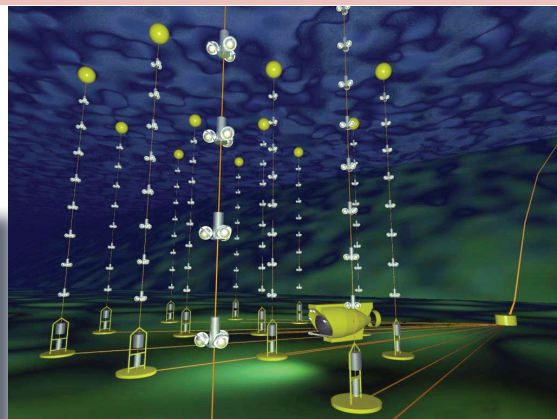
числа событий над предсказаниями стандартной модели. В результате установлены наиболее сильные ограничения на шкалу масс эффективной теории поля M_* в зависимости от массы m_χ для разных операторов связи WIMP частиц с частицами стандартной модели. Эти ограничения могут быть пересчитаны на величины сечений рассеяния WIMP частиц на нуклонах, откуда видно, что определяющее значение полученных в ATLAS ограничений сечений для масс m_χ составляет до десятков ГэВ, однако в отличие от прямых измерений, эти результаты являются модельно зависимыми.

Результаты данной работы были опубликованы коллаборацией ATLAS, в которую входят ученые физического факультета и НИИЯФ МГУ в статье Phys. Rev. Lett. **112**,041802 (2014).

РАЗРАБОТКА ГЛУБОКОВОДНЫХ НЕЙТРИННЫХ ТЕЛЕСКОПОВ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА И ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ НА НИХ



Сотрудники, аспиранты и студенты физического факультета МГУ принимают участие в разработке, создании и проведении исследований на глубоководных нейтринных телескопах большого объема.



Изучение астрофизических нейтрино в настоящее время является весьма перспективным направлением исследований многих научных центров, занимающихся физикой частиц сверхвысоких энергий, — рассказал руководитель научной группы физического факультета и НИИЯФ МГУ, принимающей участие в работе нескольких крупных международных проектов по нейтринной астрофизике, доцент Евгений Широков.

Источниками астрофизической информации об удаленных объектах во Вселенной для нас могут быть первичные протоны, гамма-кванты и нейтрино. Однако, при энергиях больших нескольких ТэВ фотоны взаимодействуют с инфракрасным и микроволновым фоном, образуя электрон-позитронные пары. Протоны и электроны из-за наличия заряда подвержены влиянию магнитных полей в космическом пространстве, что не позволяет проследить их траекторию и установить их источник.

Нейтрино же, имея сверхнизкое сечение взаимодействия, доносят информацию от удаленных источников с искажениями, которыми можно пренебречь — их направление остается практически неизменным, что выделяет нейтрино среди других элементарных частиц в качестве уникального носителя информации. Это является одним из самых значительных отличий нейтрино с точки зрения регистрации по сравнению с фотонами и протонами высоких энергий.

В начале 90-х годов прошлого века начал активно использоваться черенковский метод регистрации нейтрино сверхвысоких энергий, что привело к созданию нового класса установок — глубоководных нейтринных телескопов большого объема. С 2005 года научная группа МГУ, состоящая из сотрудников, аспирантов и студентов физического факультета Московского университета и НИИЯФ МГУ, принимает участие в работах связанных с проектированием, созданием и обработкой данных от нейтринных телескопов большого объема — проектах NEMO,

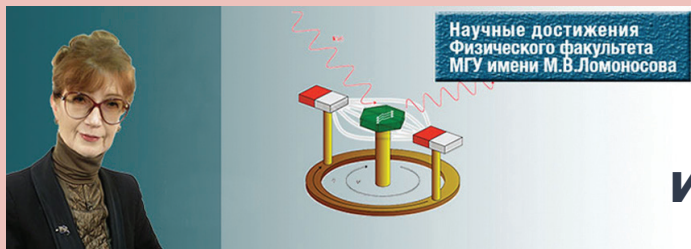
ANTARES и KM3Net. В июне 2011 г. очередное совещание коллаборации ANTARES было проведено в Москве, на физическом факультете МГУ им. М.В.Ломоносова.

Основными направлениями работы научной группы МГУ в данных проектах являются следующие:

- разработка и создание новых типов фотоумножителей для оптических модулей телескопов;
- решение проблемы биолюминесценции, свойственной детекторам, работающим в морской воде. В ходе проведенной работы удалось успешно создать несколько фильтров биолюминесценции, что позволило существенно ускорить расшифровку получаемых сигналов;
- разработан новый алгоритм поиска сверхновых, используемый для возможного обнаружения данного типа астрофизических объектов, являющихся источниками космических нейтрино;
- ведется работа по поиску нейтрино от недавно обнаруженного в гамма-диапазоне явления, вызывающего свечение в плоскости Галактики, т.н. «пузырей Ферми»;
- выполнена работа по моделированию различных конфигураций оптических модулей для сооружаемого нейтринного телескопа с объемом свыше 1 км³;
- начаты работы по возможному гидроакустическому обнаружению астрофизических нейтрино.

Одновременно с этим научной группой ведется создание интернет-портала по физике нейтрино.

В «арсенале» данной научной группы немалое количество научных публикаций, в том числе и в высокорейтинговых журналах: Nucl. Instrum. Meth. A 656, 11–38 (2011); J. Instrum. **8**, P07001 (2013); Eur. Phys. J. C 74, 2701 (2014).



СИНХРОТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ДЛЯ МАГНЕТИЗМА

Физиками МГУ совместно с российскими и зарубежными учеными разработан метод определения знака взаимодействия Дзялошинского-Мория с помощью дифракции синхротронного излучения, что открывает новые возможности для изучения магнетиков и мультиферроиков.

Магнетизм — спонтанное выстраивание магнитных моментов в материале — обусловлен квантовомеханическими «обменными» взаимодействиями. Межатомные взаимодействия могут быть косвенными, через возмущение окружающей среды. Например, антисимметричное суперобменное взаимодействие через лиганды — взаимодействие Дзялошинского-Мория (ДМ) (Dzyaloshinsky, Sov. Phys. JETP 5, 1259 (1957); J. Phys. Chem. Solids 4, 241 (1958); T. Moriya, Phys. Rev. Lett. 4, 228 (1960); Phys. Rev. 120, 91 (1960)) — приводит к появлению слабого ферромагнетизма. Энергия взаимодействия ДМ пропорциональна векторному произведению спинов $IDM \sim D[S_i \times S_j]$, где D — вектор Дзялошинского-Мория, величина и направления которого тесно связаны с локальной симметрией системы. В настоящее время взаимодействие ДМ рассматривается как ключевой элемент в физике мультиферроиков.

Новый экспериментальный метод по изучению взаимодействия ДМ разработан физиками МГУ совместно с ИК РАН, другими российскими и зарубежными учеными. Он основан на интерференции магнитного и резонансного рассеяния рентгеновских лучей, дополненной вращением антиферромагнитных моментов внешним магнитным полем. В статье, опубликованной в Nature Physics (V. 10. N. 3. Pp 202–206 (2014)), приведены первые результаты, полученные данным методом, по определению фазы магнитного рассеяния рентгеновских лучей и знака ДМ взаимодействия в кристалле $FeBO_3$.

$FeBO_3$ является антиферромагнетиком, в котором магнитные подрешетки почти антипараллельны, но слабое «закручивание» локального окружения атомов железа за счет смещения атомов кислорода в слоях, приводит к появлению слабого ферромагнитного момента. Является ли соответствующее «закручивание» магнитных моментов «правым» или «левым», зависит от знака взаимодействия ДМ. Этот знак в $FeBO_3$ определен в статье из экспериментальных данных и подтвержден расчетами.

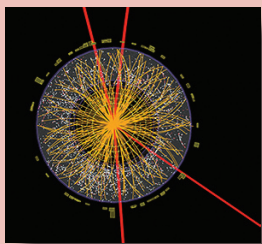
Эксперимент был выполнен на станции XMaS синхротрона ESRF (Гренобль, Франция). Измерялось отражение 003, «запрещенное» для обычного рассеяния на зарядовой плотности, которое возникает благодаря резонансному и магнитному рассеянию рентгеновских лучей, амплитуды которых сравнимы при энергиях падающего излучения, близких к краям поглощения железа. Знак и амплитуда магнитного рассеяния зависят от ориентации магнитных моментов, которые можно вращать внешним магнитным полем благодаря наличию слабого ферромагнетизма. Это позволяет контролировать амплитуду и фазу магнитного рассеяния относительно опорной волны, возникающей в результате резонансного рассеяния синхротронного излучения.

В статье представлены три типа экспериментов. В первом обнаружен сдвиг резонансного пика по энергии при повороте магнитных моментов внешним полем на 180 градусов, что является результатом конструктивной (деструктивной) интерференции при

энергии ниже (выше) края поглощения. Противоположный сдвиг наблюдается, когда фаза резонансного рассеяния меняется в результате вращения образца. Направление сдвига зависит от фазы магнитного рассеяния. Во втором типе экспериментов измеряется интенсивность отражения в зависимости от угла вращения образца вокруг нормали при энергиях выше или ниже края поглощения. В третьем наблюдалась азимутальная зависимость интенсивности дифракционного пика при фиксированной энергии фотонов и двух противоположных направлениях внешнего магнитного поля.

Из анализа экспериментальных данных было установлено, что направления «закручивания» магнитных моментов и «закручивания», обусловленного смещением атомов кислорода в слоях, совпадают. Экспериментальные результаты подтверждаются расчетами *ab initio*, позволяющими вычислять знак взаимодействия ДМ и фазу магнитного рассеяния РИ. Таким образом, предлагаемые экспериментальный и теоретический методы дают новые возможности для изучения и предсказания магнитоэлектрического эффекта в мультиферроиках.

Результаты опубликованы в статье: V.E. Dmitrienko, E.N. Ovchinnikova, S.P. Collins, G. Nisbet, G. Beutier, Y.O. Kvashnin, V.V. Mazurenko, A.I. Lichtenstein, and M.I. Katsnelson, «Measuring the Dzyaloshinskii–Moriya interaction in a weak ferromagnet», Nature Physics **10**(3), 202–206 (2014).



НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БОЗОНА ХИГГСА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ATLAS

Учеными физического факультета (группа под руководством Проф. Лидии Смирновой) и НИИЯФ МГУ в коллаборации ATLAS получены новые результаты исследования бозона Хиггса в эксперименте ATLAS.

Нобелевская премия по физике за 2013 г. была присуждена Питеру Хиггсу и Франсуа Энглеру в связи с открытием летом 2012 г. новой скалярной частицы в экспериментах ATLAS и CMS на Большом адронном коллайдере (БАК) в ЦЕРН. В 2012 г. в экспериментах полным ходом велась регистрация протон-протонных соударений при энергии 8 ТэВ, максимальной достигнутой в мире. При завершении сеанса работы коллайдера количество зарегистрированных столкновений протонов почти в 2,5 раза превышало то, при котором было объявлено об открытии новой частицы. Анализ полного количества данных первого сеанса работы БАК, завершившегося в начале 2013 г, подтвердил соответствие свойств открытой частицы с массой 125 ГэВ бозону Хиггса стандартной модели [Phys. Lett. B 716, 1–29 (2012); 726, 120–144 (2013); 726, 88–119 (2013)]. Основными аргументами в пользу такого соответствия явились определение спина и четности частицы, соответствие измеренных сечений ее рождения и относительных вероятностей различных каналов распада расчетным в стандартной модели. Тщательный анализ позволил определить роль отдельных механизмов в рождении новой частицы. Было установлено, что наряду с основным механизмом слияния глюонов, в рождение новой частицы вносит вклад механизм слияния векторных бозонов W, Z . Этот вклад присутствует на уровне 7 % полного сечения рождения бозона Хиггса при 8 ТэВ, составляющего 22 пикобарна. Наблюдение рождения новой частицы в различных каналах распадов

позволило получить первые оценки констант связи бозона Хиггса с калибровочными бозонами и фермионами. Было установлено, что отношение констант связи с W и Z бозонами сопоставимо с единицей, как ожидается в стандартной модели. Наблюдается ненулевая константа связи с фермионами, определяемая преимущественно по измерениям канала распада бозона Хиггса на тау-лептоны.

Исследования, позволившие отождествить открытую частицу с массой 125 ГэВ с бозоном Хиггса, ответственным за нарушение электрослабой симметрии в стандартной модели, активно продолжаются на имеющихся экспериментальных данных. Ставится вопрос о возможности отождествить наблюдаемую частицу с одним из представителей более широкого сектора состояний, которые предсказываются минимальными моделями суперсимметрии, моделями составной природы бозона Хиггса или частицей совершенно другой природы с близкими к наблюдаемым константами связи.

Новые результаты такого анализа опубликованы экспериментом ATLAS в феврале этого года [Phys. Rev. D 89, 032002 (2014)]. Впервые на данных БАК проведен поиск более тяжелых состояний бозона Хиггса, в результате распада которых образуется наблюдаемое состояние с массой 125 ГэВ. Многие модели предполагают существование тяжелого нейтрального партнера H^0 и дополнительного дублета состояний, имеющих ненулевой электрический заряд, $H^\pm$. Из полученных в эксперименте данных видно, что не наблюдается какого-либо избытка

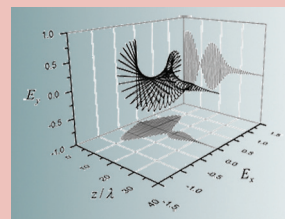
событий на пределах предсказаний стандартной модели. Однако, установленные пределы не исключают полностью существование тяжелых партнеров частицы h^0 .

Новый результат получен в эксперименте ATLAS по поиску резонанса в системе $Z\gamma, H \rightarrow Z\gamma$ [Phys. Lett. B 732, 8–27 (2014)]. Диаграммы такого распада подобны диаграммам распада $H \rightarrow \gamma\gamma$, надежно регистрируемого в эксперименте, и количество таких событий, ожидаемых по стандартной модели, хорошо известно. Резонансный избыток событий возможен, если частица H является новым нейтральным скаляром или имеет составную природу. Наблюдаемые ограничения на величины резонансного сигнала для области масс m_H от 120 до 150 составляют от 3,5 до 18-кратного сечения стандартной модели. В предположении о существовании бозона Хиггса стандартной модели с массой $m_H = 125,5$ ГэВ, превышение наблюдаемого количества событий над ожидаемым является 10-кратным. Результат определяется статистической погрешностью, а значит, требуется увеличение количества данных.

В эксперименте ATLAS участвует группа профессора физического факультета МГУ Лидии Смирновой, которая также включает аспирантов и студентов факультета. Они заняты разработкой методов реконструкции и идентификации электронов и мюонов.

Результаты описанных выше исследований опубликованы в работах Phys. Rev. D 89, 032002 (2014), Phys. Lett. B 732, 8–27 (2014).

Нелинейная поляризационная оптика сверхкоротких световых импульсов



Учеными физического факультета МГУ (группа проф. Владимира Макарова, кафедра ОФ и ВП: Г.А. Грязнов, И.А. Пережогин и Н.Н. Потравкин) выполнено моделирование нелинейной оптической активности в гиротропной среде при распространении в ней сверхкоротких оптических импульсов.

Эффект нелинейной оптической активности — зависимость от интенсивности вращения плоскости поляризации линейно поляризованного света в среде с кубической нелинейностью, был теоретически предсказан почти пятьдесят лет назад на физическом факультете МГУ С.А. Ахмановым и В.И. Жариковым и в 1979 г. был экспериментально обнаружен С.А. Ахмановым, Б.В. Ждановым, Н.И. Желудевым и А.И. Ковригиным. Первоначально это вращение связывалось исключительно с пространственной дисперсией нелинейного оптического отклика среды. Позднее было показано, что зависящее от интенсивности вращение эллипса поляризации в кристаллах высшей и средней категорий связано с действительными и мнимыми частями компонент тензоров локальной и нелокальной кубических восприимчивостей.

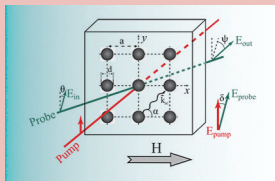
Последующие теоретические и экспериментальные исследования позволяют со всей определенностью утверждать, что поляризационные самовоздействие и взаимодействие волн — красивые и широко распространенные явления в нелинейной оптике. Волна в устройствах квантовой электроники практически всегда эллиптически поляризована, а используемое в теоретических расчетах приближение неизменности поляризации волны в процессе ее распространения мало оправданно и представляет лишь первый шаг на пути последовательного описания нелинейных оптических явлений.

Большинство теоретических результатов современной нелинейной поляризационной оптики получены в приближении применимости метода медленно меняющихся амплитуд, использование которого затруднительно при переходе к предельно коротким импульсам (около десяти и менее периодов колебаний электрического поля). В этом случае теряют физический смысл параметры Стокса, а также такие широко используемые в нелинейной поляризационной оптике параметры, как степень эллиптичности эллипса поляризации и угол поворота его главной оси. О характере изменения электрического поля в распространяющемся лазерном импульсе становится удобным судить по виду годографа вектора напряженности — кривой, описываемой в пространстве концом этого вектора.

В наших исследованиях модификация метода конечных разностей во временной области (FDTD) со вспомогательным дифференциальным уравнением (ADE) впервые использовалась для описания распространения эллиптически поляризованного сверхкороткого импульса в среде с частотной дисперсией и пространственной дисперсией кубической нелинейности. Предложенная нами модель такой среды позволила учесть ее нелинейность в достаточно общем виде и записать материальные уравнения без широко используемого требования малости параметра пространственной дисперсии.

В зависимости от соотношения между параметрами, задающими поляризацию падающего предельно короткого импульса, и константами, характеризующими среду, оказываются возможными различные режимы его распространения. Сложный вид изменения напряженности электрического поля в прошедшем нелинейную гиротропную среду импульсе, существенно отличается от предсказанных формулами для зависящих от интенсивности угла поворота и степени эллиптичности эллипса поляризации, полученных в рамках метода медленно меняющихся амплитуд. Например, в ряде случаев в процессе распространения сверхкороткого импульса годограф вектора напряженности его электрического поля может поменять направление спиральной закрученности с правой на левую или наоборот.

Результаты этих исследований были опубликованы в статье G.A. Gryaznov, V.A. Makarov, I.A. Perezhogin, N.N. Potravkin, Phys. Rev. E 89, 013306 (2014).



Фемтосекундная лазерно-индуцированная анизотропия в решетке магнитных наночастиц



Учеными физического факультета МГУ (группа доц. Т.В. Мурзиной, кафедра квантовой электроники) в сотрудничестве с коллегами из университета Радбауд, Нидерланды (Prof. Alexey Kimel) исследована динамика эффекта наведенной оптической анизотропии в двумерной решетке наночастиц металла на диэлектрической подложке.

Исследование временных характеристик оптического отклика и намагниченности в магнитных наноструктурах представляет большой интерес, обусловленный как широтой практического применения таких структур, так и возможностью изучения в них разнообразных фундаментальных физических процессов. Тенденция к увеличению скорости считывания и записи информации в магнитных носителях информации требует изучения динамики отклика магнитных наноструктур со все большим временным разрешением. На фемто- и пикосекундных временах хорошо зарекомендовали себя методы оптического исследования типа накачка-зондирование. Метод заключается в использовании двух сверхкоротких лазерных импульсов, один из которых (накачка) изменяет состояние системы (выводит из равновесия) а второй через регулируемый интервал времени «считывает» поведение магнитной системы.

Группой ученых физического факультета МГУ и университета Радбауд (г. Наймеген, Нидерланды) исследована динамика оптического отклика, а именно вращение плоскости поляризации излучения, от структуры, состоящей из решетки кобальтовых наночастиц на кварцевой подложке. Период квадратной решетки частиц составлял около 1.4 мкм при их характерном латеральном размере 600 нм и высоте около 30 нм. Исследование методом накачка-зондирование проводилось с использованием мощной фемтосекундной лазерной системы. В результате исследования было выявлено несколько механизмов, определяющих поляризационное состояние системы на различных временных промежутках. Было показано, что на временах задержки менее 1 пс ключевую роль играет наведенное двулучепреломление, обусловленное керровской нелинейностью и сверхбыстрым лазерным размагничиванием металлических наночастиц. На временах порядка сотен

пикосекунд оптический отклик определяется восстановлением намагниченности и акустическими возбуждениями в металлических частицах. На временах свыше 500 пс вращение плоскости поляризации определяется возбуждением акустических волн в кварцевой пластине, наведенных периодической структурой металлических наночастиц. Выявление данных процессов и определение их динамики (то есть протекания во времени) позволяет лучше понимать физику подобных наноструктур на сверхкоротких временах.

Результаты данной работы были опубликованы в статье I. Razdolski, V.L. Krutyanskiy, T.V. Murzina, Th. Rasing, A.V. Kimel, "Femtosecond laser-induced optical anisotropy in a 2D lattice of magnetic dots", Phys. Rev. B 89, 064306 (2014).



Сборная студентов-физиков МГУ заняла III место во Всероссийской студенческой олимпиаде по физике в 2014 г.



С 16 по 18 мая 2014 г. на базе Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (НИЯУ МИФИ) проводилась Всероссийская студенческая олимпиада по физике (далее — Олимпиада). Традиционно, в ней приняла участие сборная команда студентов-физиков МГУ, в которую в этом году вошли 43 студента, включая победителей студенческих олимпиад физического факультета МГУ. Руководителем сборной был Шведов Олег Юрьевич, доцент кафедры квантовой статистики и теории поля факультета. Самая большая сборная была представлена от МИФИ (63 участника).

В командном зачете команды МФТИ и МИФИ заняли первое и второе места, соответственно, а команда физического факультета МГУ заняла III место, при этом в зачет вошли только первые три участника:

ШИПИЛО Даниил Евгеньевич,
студент 211 группы физфака МГУ,

БЫЧКОВ Антон Сергеевич,
студент 190 группы физфака МГУ,

ИВАНОВ Александр Сергеевич,
студент 189 группы физфака МГУ.

В этом году мы достаточно уверенно опередили такие вузы, как ННГУ, СПб-Политех, СГАУ им. Королева и др. Более того, если бы итоги подводились не по трем, а хотя бы по четырем лучшим участникам, то мы бы обыграли МИФИ, а если начиная с номера 7, то наши участники обошли бы и участников сборной МФТИ с аналогичными номерами, несмотря на то, что сборная МФТИ состоит целиком из бывших победителей международных олимпиад школьников.

По результатам олимпиады были также присуждены грамоты не в зависимости от суммы баллов, а за успехи в решении отдельных задач. Большинство грамот было присуждено нашим студентам физического факультета МГУ:

ШИПИЛО Даниил Евгеньевич,
ШУСТОВ Павел Игоревич,
ВИНОГРАДОВ Дмитрий Сергеевич,
КОНСТАНТИНОВ Владислав Георгиевич,
ПЕТРОВ Николай Леонидович,
ЧУХНОВА Александра Владимировна,
ШИРОКОВ Илья Евгеньевич.



Поздравляем!

Госпремия в области науки и технологий 2013 г.
присуждена акад. РАН,
зав. кафедрой, профессору физфака МГУ

ВИКТОРУ МАСЛОВУ

за выдающийся вклад в развитие математики и
разработку математических основ
современной термодинамики.



Конкурс имени Р.В. Хохлова на лучшую студенческую научную работу 2014 года

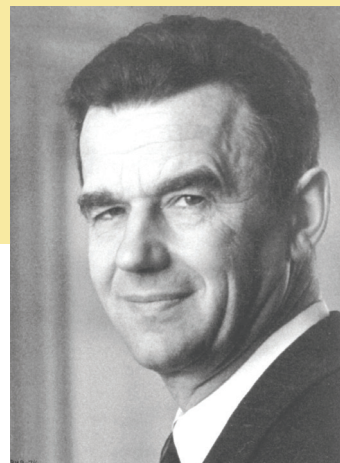
Ежегодно в январе на физическом факультете проводится конкурс на лучшую студенческую работу имени Рема Викторовича Хохлова. По положению на конкурс могут выдвигаться научно-исследовательские работы студентов физического факультета: научные статьи, дипломные, курсовые и другие законченные работы, представляющие собой самостоятельные научные исследования.

В 2014 году кафедрами были выдвинуты 28 дипломных работ, защищенных в январе этого года. Итоги конкурса подвело жюри, созданное приказом декана из активно работающих ученых физического факультета. Члены жюри отметили высокий научный уровень большинства представленных на конкурс работ. Работы были тщательно изучены и обсуждены не только по формальным наукометрическим показателям: числу опубликованных и принятых в печать статей, опубликованных и принятых в печать тезисов докладов, а также количеству выступлений на конференциях, но и по существу — решалось, содержит ли проделанное исследование обнаружение нового физического явления или эффекта, новую теорию, имеет ли работа очевидное практическое применение, или является оригинальной методической разработкой.

По итогам конкурса первую премию и денежный приз в размере 25000 рублей получили выпускница кафедры общей физики и волновых процессов Андреева Вера Александровна за работу "Инфракрасное и терагерцовое излучение при филоментации двучетного фемтосекундного лазерного импульса" и выпускник кафедры атомного ядра и квантовой теории столкновений Галстян Александр Геннадиевич за работу "Возбуждение и ионизация иона гелия в реакции перезарядки быстрого протона на гелиевой мишени".

Премия 2 степени и 15 000 рублей была присуждена выпускнику кафедры астрофизики и звездной астрономии Иванову Михаилу Михайловичу, дипломнице кафедры физики моря и вод суши Нурисламовой Гульназ Нуровне и дипломнику кафедры математики Сабурину Дмитрию Сергеевичу.

Премия 3 степени и 11000 рублей была присуждена дипломникам Сизову Алексею Сергеевичу (кафедра физики полимеров и кристаллов), Синяковой Арине Сергеевне (кафедра общей ядерной физики), Пальвановой Галине Сердаровне (кафедра магнетизма), Роеенко Артему Александровичу (кафедра квантовой теории и физики высоких энергий), Родионову Игорю Дмитриевичу (кафедра магнетизма).



Галстян Александр Геннадиевич
(каф атомного ядра и квантовой теории
столкновений)



Андреева Вера Александровна
(каф. общей физики и волновых процессов)

В диссертации А.П.Орешко развивается новый метод исследования свойств конденсированных сред, основанный на дифракции рентгеновского излучения с энергией, близкой к краям поглощения атомов исследуемого вещества.

В условиях дифракции анизотропия резонансного рассеяния и его поляризационная зависимость приводят к появлению “запрещенных” отражений, отсутствующих при дифракции излучения вдали от краев поглощения атомов исследуемого вещества из-за симметрии системы, но возникающих вблизи краев поглощения, когда энергия падающего излучения близка к величине, необходимой для перехода электрона с внутренней электронной оболочки в незанятые состояния внешних оболочек или в непрерывный спектр. Особый интерес представляют “запрещенные” отражения, вызванные наличием нескольких вкладов различной природы в анизотропию рассеяния. Спектральная интенсивность таких отражений обладает сложной интерференционной структурой и несет уникальную информацию о

расщеплении электронных состояний в исследуемом веществе.

Однако существующая в настоящее время теория резонансного рассеяния рентгеновского излучения позволяет проводить лишь качественное описание эффектов, возникающих при наличии только одного анизотропного фактора, оказывающего влияние на резонансное рассеяние. Поэтому цель исследований, легших в основу диссертации, состояла в создании теоретических методов исследования резонансной дифракции рентгеновского синхротронного излучения в локально-анизотропных средах при наличии нескольких анизотропных факторов.

Исследования, проведенные в диссертации, позволяют утверждать, что развиваемый метод резонансной спектроскопии “запрещенных” отражений в состоянии решить проблему исследования искаженных электронных и фононных состояний в локально-анизотропных средах и открывает перспективы исследования структурных, магнитных и электронных свойств локально-анизотропных сред, недоступных другим методам.

В апреле 2014 г. состоялась защита докторской диссертации доцента кафедры физики твердого тела Алексея Павловича Орешко на тему **«АНИЗОТРОПНЫЕ И ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В РЕЗОНАНСНОЙ ДИФРАКЦИИ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ»**.



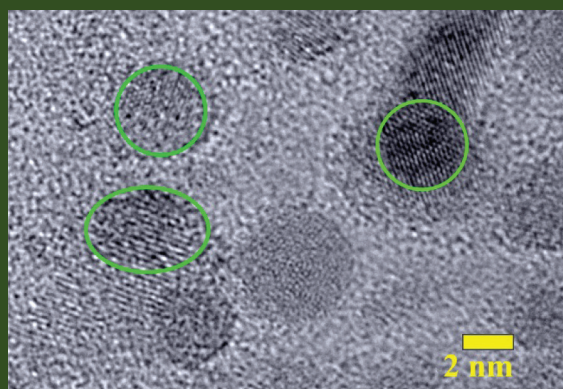
В июне 2014 состоялась защита докторской диссертации Павла Анатольевича Форш на тему: **«ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИСТЕМ, СОДЕРЖАЩИХ АНСАМБЛИ КРЕМНИЕВЫХ НАНОКРИСТАЛЛОВ»**

В настоящее время базовым элементом твердотельной электроники является кремний. Широкие перспективы для миниатюризации электронных приборов на основе кремния, а также для создания новых принципов функционирования таких приборов, открываются при использовании низкоразмерных кремниевых структур, в частности кремниевых нанокристаллов. Кремниевые нанокристаллы представляют значительный интерес в случае их использования для создания светоизлучающих устройств, фотопреобразователей, газовых сенсоров, биомедицинских препаратов и многого другого. Однако фундаментальные процессы генерации, переноса и рекомбинации носителей заряда в таких системах, а также корреляция данных процессов со структурными свойствами самих кремниевых нанокристаллов (размером, формой) и особенностями их локального окружения практически не были изучены.

В диссертационной работе были проведены систематические исследования оптических, электрических и фотоэлектрических свойств систем, содержащих ансамбли кремниевых нанокристаллов, на примере следующих материалов: наномодифицированного аморфного кремния — двухфазного материала, состоящего из матрицы аморфного гидрированного кремния с внедренными кристаллами кремния нанометрового размера (см. рис.); слоев кремниевых нанокристаллов, внедренных в матрицу диоксида кремния; и пористого кремния. В результате проведенных исследований были установлены общие закономерности по влиянию объемной доли нанокристаллов, их размера, формы и поверхностного покрытия на электронные процессы в системах, содержащих ансамбли кремниевых нанокристаллов. Это позволило научиться контр-

олируемым способом, меняя структуру, изменять оптические и электрические свойства систем с кремниевыми нанокристаллами в полупроводниковых и диэлектрических матрицах.

Полученные в работе результаты представляют значительный интерес и с практической точки зрения. Так, например, обнаруженная стабильность оптических и фотоэлектрических свойств пленок аморфного гидрированного кремния, содержащего малую объемную долю нанокристаллов, к длительному освещению в сочетании с высокой фоточувствительностью таких пленок, создает предпосылки для повышения КПД солнечных элементов на основе аморфного кремния и увеличения их срока службы. Показана также возможность создания люминесцентных концентраторов для тонкопленочных солнечных элементов на основе аморфного кремния путем фемтосекундной лазерной кристаллизации поверхностного слоя аморфного кремния.



Микрофотография нанокристаллов кремния в матрице аморфного кремния, полученная с помощью просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения.

В диссертационной работе Виктора Александровича Иванова выполнено комплексное исследование фазового поведения различных систем жесткоцепных макромолекул с помощью компьютерного моделирования и аналитической теории. Список изученных систем включает в себя растворы жесткоцепных макромолекул различной концентрации (от предельно разбавленных, когда исследуются свойства одиночной макромолекулы, до концентрированных), находящиеся как в свободном объеме, так и в условиях пространственных ограничений (вблизи плоских поверхностей и в тонких пленках). Исследуются фазовые диаграммы (а для малых систем, в частности, для одиночных цепей конечной длины, диаграммы состояний). Исследования проводятся преимущественно с помощью мезоскопического компьютерного моделирования. Основное внимание уделено решеточным моделям полимерных систем и методу Монте-Карло (МК), в том числе, в расширенных ансамблях, в сочетании с алгоритмами построения функции плотности состояний. Детально исследовано внутримолекулярное ориентационное и пространственное упорядочение звеньев в одиночной свободной цепи в объеме и в одиночной цепи, привитой одним концом к плоской адсорбирующей поверхности, и построены соответствующие диаграммы состояний для одиночной цепи конечной длины.

Для систем многих цепей рассмотрено явление нематического жидкокристаллического (ЖК) упорядочения в полуразбавленных растворах и описаны методы расчета фазовой диаграммы раствора в компьютерном эксперименте. Обсуждаются эффекты конечного размера системы и фазовое поведение при наличии пространственных ограничений (на примере плоского слоя). Построены фазовые диаграммы раствора жесткоцепных полимеров в объеме и в плоском слое. Подтверждена важная роль внутрицепной жесткости, которая приводит к сложному фазовому поведению. Показано, что измеряемая в экспериментах жесткость полимерных цепей обусловлена не только чисто внутрицепной жесткостью, но и сильно зависит от окружения (концентрации раствора, наличия пространственных ограничений в виде, например, поверхностей и т.п.).



В апреле 2014 г. доцент Виктор Иванов (кафедра полимеров и кристаллов) защитил докторскую диссертацию на тему **«Компьютерное моделирование фазового равновесия в системах жесткоцепных полимеров и сополимеров».**

В рамках разработки идеи конформационно-зависимого синтеза последовательностей АВ-сополимеров показано, что конформационное поведение особым способом приготовленных белковоподобных АВ-сополимеров существенно отличается от поведения случайных и регулярных мультиблочных АВ-сополимеров. Продемонстрировано изменение конформационного поведения гибко-жесткоцепного сополимера путем изменения соотношения длин жесткого и гибкого блоков. Предложена первичная последовательность АВ-сополимера, которая уменьшает агрегационное число мицелл в селективном для блоков А и В растворителе и способствует ускорению адсорбции макромолекул на поверхностях по сравнению с диблок-сополимером такого же состава.

Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам «Ломоносов-2014»



Конференция «Ломоносов» — это важное ежегодное событие для студентов, аспирантов и молодых ученых. В апреле этого года в Московском университете эта конференция проходила уже в 21-й раз. На секцию «Физика», работавшей на физическом факультете МГУ, было принято 328 докладов, они распределены по 17 подсекциям. Всего на секцию «Физика» зарегистрировались 362 участника, из них 199 представителей Москвы и 163 участника из других городов России, стран СНГ

и дальнего зарубежья. Из общего числа участников 108 человек являются студентами, аспирантами и молодыми учеными Московского университета.

Доклады представили молодые ученые, студенты и аспиранты из Казахстана, Украины, Таджикистана, Китая, Узбекистана и Молдовы. Много докладов представили такие города, как Ставрополь, Воронеж, Тверь, Казань, Санкт-Петербург, Ульяновск.

Доклады участников конференции проходили на физическом факультете 8 апреля 2014 года. Открыл работу

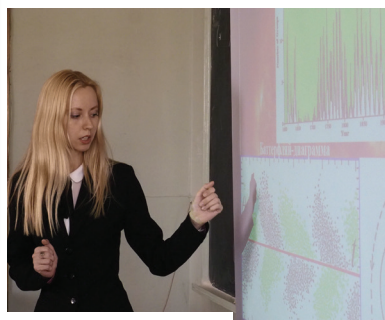
секции «Физика» декан физического факультета, профессор Николай Николаевич Сысоев. Затем состоялась лекция доцента Александра Павловича Пятакова «Магнитоэлектрические материалы и мультиферроики».

Заседания подсекций проходили под руководством ведущих ученых физического факультета.

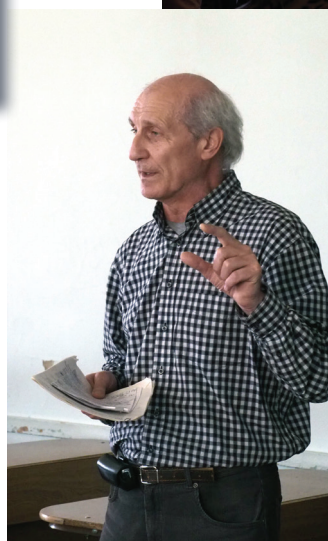
По итогам заседаний на каждой подсекции были отмечены лучшие доклады, список которых приведен в таблице.

Астрофизика	Евдокимова Дарья	Физический факультет МГУ, студент 5 курса
Атомная и ядерная физика	Богданова Мария	Физический факультет МГУ, аспирант
Биофизика	Коваленко Татьяна	Физический факультет МГУ, студент 5 курса
	Шевченко Светлана	Физический факультет МГУ, студент 5 курса
Геофизика	Целебровский Алексей	Физический факультет МГУ, аспирант
Математика и информатика	Давыдов Роман	Санкт-Петербургский гос. политехнический ун-т, студент
Математическое моделирование	Сенин Дмитрий	Физический факультет МГУ, аспирант
Молекулярная физика	Шагиева Фарид	Физический факультет МГУ, студент 5 курса
Нелинейная оптика	Мареев Евгений	Физический факультет МГУ, студент 5 курса
Оптика	Цибулькикова Анна	Калининградский гос. технический университет, аспирант
Медицинская физика	Ли Кисун	Физический факультет МГУ, аспирант
Радиофизика	Лихачев Григорий	Физический факультет МГУ, аспирант
Сверхпроводящие и электронные свойства твердых тел	Морозова Екатерина	Ульяновский государственный университет, аспирант
Твердотельная наноэлектроника	Ситников Илья	Физический факультет МГУ, студент 5 курса
Теоретическая физика	Воронина Анастасия	Воронежский гос. университет, студент 5 курса
Физика магнитных явлений	Харламова Анна	Физический факультет МГУ, сотрудник
	Карсеев Антон	Санкт-Петербургский гос. политехнический университет, студент 4 курса
Физика твердого тела	Леденев Никита	Донецкий национальный университет, студент 5 курса
	Зайцева Анна	Физический факультет МГУ, студент 5 курса
Стендовые доклады	Ивонин Михаил	Южный федеральный университет, студент 4 курса
	Галиуллин Ильхам	Казанский (Приволжский) федеральный университет, студент

Ломоносовские чтения 2014 по физике



14–18 апреля 2014 года на физическом факультете МГУ состоялись заседания Секции физики конференции «Ломоносовские чтения 2014».



Эта научная конференция ежегодно проводится в апреле каждого года. На физическом факультете издается борник расширенных тезисов докладов Секции физики, электронная версия которого публикуется также на сайте факультета. На заседаниях 8 подсекций Секции физики в 2014 году было заслушано 58 докладов, в работе Секции участвовали преподаватели, научные сотрудники, молодые ученые факультета. Самая насыщен-

ная программа (12 докладов) в этом году была у подсекции «Методика преподавания», руководимой профессорами А.М. Салецким, Б.С. Ишхановым и Б.А. Струковым. Традиционно на «Ломоносовских чтениях» представляются доклады по практически подготовленным докторским диссертациям и работы, выдвигаемые на соискание Премии имени М.В. Ломоносова за лучшую научную работу.



20–21 мая 2014 г. в Псковском государственном университете состоялся Пленум УМС по физике УМО по классическому университетскому образованию РФ, в котором приняли участие 33 представителя из 28 классических университетов России.

Более полную информацию о пленуме и презентации докладов можно найти на сайте УМС по физике по адресу <http://foroff.phys.msu.ru/phys>.

Дмитрий Дмитриевич ИВАНЕНКО

Д.Д. Иваненко родился в Полтаве. После окончания гимназии в 1920 г. он работал школьным учителем и одновременно учился в Полтавском педагогическом институте, а потом в Харьковском университете. В 1923 г. Д.Д. Иваненко поступил в Петроградский университет. Еще студентом, в 1926 г., он опубликовал первые научные работы в соавторстве со своими студенческими друзьями Георгием Гамовым и Львом Ландау. После окончания университета в 1927–30 годах Д.Д. Иваненко был аспирантом, а потом сотрудником Физико-математического института АН СССР. В эти годы начинается его научная кооперация с впоследствии известными учеными В.А. Фоком и В.А. Амбарцумяном.

В 1929–31 годах Д.Д. Иваненко участвует в создании Харьковского физико-технического института, где руководит теоретическим отделом (после него в 1932–37 годах этот отдел возглавляет Л.Д. Ландау). По его приглашению к нему в Харьков приезжают П. Йордан, В. Вайскопф, Ф. Блох и П. Дирак. В Харькове Д.Д. Иваненко организует 1-ю Советскую теоретическую конференцию (1929 г.) и издание первого в СССР журнала на иностранном языке «Physikalische Zeitschrift der Sowjetunion» (1932 г.).

После возвращения в Ленинград в Физико-технический институт Д.Д. Иваненко занялся ядерной физикой. В мае 1932 г. он публикует в «Nature» свою протон-нейтронную модель атомного ядра. А через два месяца на его работу ссылается В. Гейзенберг. Уже в августе 1932 г. Д.Д. Иваненко в соавторстве с Е.Н. Гапоном предлагает модель ядерных оболочек, описывающую распределение нуклонов в ядре по уровням энергии. Впоследствии эта модель была развита Ю. Вигнером, М. Гепперт-Майер и Х. Йенсеном, которые получили за нее в 1963 г. Нобелевскую премию.

Признание модели ядра Иваненко дало мощный толчок развитию ядерной физики в СССР. В 1933 г. Д.Д. Иваненко и И.В. Курчатов проводят 1-ю Советскую ядерную конференцию, в которой также участвуют П. Дирак, Ф. Жолио-Кюри, Ф. Перрен, Ф. Разетти, В. Вайскопф и др.

Однако в 1935 г. Д.Д. Иваненко арестовывают в ходе массовых репрессий в связи с убийством Кирова, и высылают в лагерь, а потом через год в ссылку в Томск. До самой Отечественной войны Д.Д. Иваненко работает в Томском, а потом Свердловском университетах. В 1943 г. он присоединяется к находящемуся в эвакуации Московскому университету, и с ним возвращается в Москву. На физическом факультете МГУ он потом работает до последних своих дней.



Д.Д. Иваненко
(29.07.1904–30.12.1994)

Д.Д. Иваненко внес фундаментальный вклад во многие области ядерной физики, теории поля и гравитации. В 1928 г. Д.Д. Иваненко и Л.Д. Ландау разрабатывают теорию фермионов в терминах антисимметричных тензорных полей, альтернативную спинорной теории Дирака. Сейчас она широко известна как теория Иваненко–Ландау–Кэлера. Она отличается от теории Дирака в присутствии гравитационного поля и, в частности, описывает фермионы в теории поля на решетках. В 1929 г. Д.Д. Иваненко и В.А. Фок обобщают уравнение Дирака на случай искривленного пространства и описывают параллельный перенос спиноров в гравитационном поле (коэффициенты Фока–Иваненко). Впоследствии Нобелевский лауреат Абдус Салам назвал это первой калибровочной теорией.

В 1930 г. Д.Д. Иваненко и В.А. Амбарцумян выдвигают гипотезу рождения и уничтожения массивных частиц, что является одной из основ современной квантовой теории поля.

В 1934 г. Д.Д. Иваненко и И.Е. Тамм разрабатывают модель ядерных сил путем обмена массивными частицами — парами электрон-нейтрино. Основываясь на этой модели, Х. Юкава развил свою теорию мезонов, удостоенную Нобелевской премии в 1949 г.



Д. Иваненко, П. Дирак и В. Гейзенберг (Берлин, 1958 г.)

В 2014 году исполняется 110 лет со дня рождения Дмитрия Дмитриевича Иваненко, профессора физического факультета МГУ, одного из великих физиков-теоретиков XX в., автора протон-нейтронной модели атомного ядра.

В 1938 г. Д.Д. Иваненко предлагает нелинейное обобщение уравнения Дирака, которое легло в основу нелинейной спинорной теории поля, интенсивно развивавшейся им и В. Гейзенбергом в 50-х годах.

В 1944 г. Д.Д. Иваненко и И.Я. Померанчук предсказали синхротронное излучение релятивистских электронов в бетатроне (излучение Иваненко–Померанчука). Вскоре оно было открыто американскими экспериментаторами Д. Блуттом (1946 г.) и Г. Поллоком (1947 г.). Синхротронное излучение обладает уникальными свойствами (интенсивность, пространственное распределение, спектр, поляризация), что обуславливает его широкое применение. В частности, нейтронные звезды, оказывается, являются источником такого типа излучения. Классическая теория синхротронного излучения была разработана Д.Д. Иваненко и А.А. Соколовым в 1948 г., и независимо Дж. Швингером (Нобелевский лауреат в 1965 г.). За работы по синхротронному излучению Д.Д. Иваненко, А.А. Соколов и И.Я. Померанчук были удостоены Сталинской премии 1950 г. В 1956 г. Д.Д. Иваненко развил теорию гиперядер, открытых М. Данышем и Е. Пневским в 1952 г.

В начале 50-х были опубликованы две книги Д.Д. Иваненко и А.А. Соколова: «Классическая теория поля» и «Квантовая теория поля». Причем, «Классическая теория поля» была первой современной книгой по теории поля, использующей аппарат обобщенных функций. Нобелевский лауреат Илья Пригожин называл ее своей настольной книгой.

В начале 60-х годов Д.Д. Иваненко обратился к гравитационным исследованиям. При этом он выступил организатором 1-й Советской гравитационной конференции в 1961 г. и Советской гравитационной комиссии, которая сыграла важную роль в разворачивании гравитационных

исследований в СССР, и просуществовала до 80-х годов. Д.Д. Иваненко был также членом Международного гравитационного комитета с 1959 г. и одним из основателей ведущего международного гравитационного журнала «General Relativity and Gravitation». В 70–80-х годах Д.Д. Иваненко сосредоточился в основном на теории гравитации. Он развивал различные обобщения эйнштейновской ОТО, модели гравитации с кручением и калибровочную теорию гравитации. В начале 80-х им в соавторстве были опубликованы две книги «Гравитация» и «Калибровочная теория гравитации».

Нельзя не отметить, что огромное влияние на развитие отечественной теоретической физики оказал теоретический семинар Д.Д. Иваненко, который начал работать на физическом факультете МГУ в 1944 г. Его характерным отличием были широкий диапазон рассматриваемых вопросов и обсуждение возможных связей между самыми разными разделами теоретической физики: от гравитации до элементарных частиц. В семинаре участвовали многие мировые знаменитости: Нильс и Оге Бор, П. Дирак, Х. Юкава, Ю. Швингер, А. Салам, И. Пригожин, С. Тинг, П. Йордан, Т. Редже, Дж. Уиллер, Р. Пенроуз и др. Семинар отражал научный стиль Д.Д. Иваненко — особый интерес к передовым идеям и теориям, но строго математически обоснованным и обращенным к эксперименту.

В заключение, следует отметить, что в знак признания научных заслуг Д.Д. Иваненко семь Нобелевских лауреатов: П. Дирак, Х. Юкава, Н. Бор, И. Пригожин, С. Тинг, М. Гелл-Манн и Г. т'Хуфт оставили свои знаменитые изречения мелом на стенах кабинета Д.Д. Иваненко на физическом факультете МГУ.

Г.А. Сарданашвили
Кафедра теоретической физики

Арсений Александрович СОКОЛОВ

В 2010 г. исполнилось 100 лет со дня рождения Арсения Александровича Соколова — выдающегося ученого, профессора физического факультета МГУ.

А.А. Соколов родился в городе Новониколаевске (ныне Новосибирск) в семье учителей начальной железнодорожной школы. В 1931 г. он закончил физико-математический факультет Томского университета и в 1934 г. под руководством профессора П.С. Тартаковского защитил кандидатскую диссертацию на тему «Движение электронов в кристаллической решетке». В 1939 г. А.А. Соколов переехал в Свердловск (ныне Екатеринбург), где работал в Свердловском педагогическом институте и в Свердловском университете сначала доцентом, а затем профессором и заведующим кафедрой теоретической физики, а в 1942 г. в Ленинградском физико-техническом институте, находившемся в то время в эвакуации в Казани, он защитил докторскую диссертацию на тему «Квантовая теория затухания при рассеянии частиц».

В 1945 г. А.А. Соколов был переведен (по инициативе Д.Д. Иваненко и при поддержке И.В. Курчатова) в Москву на физический факультет МГУ, с которым оказалась связанной вся его последующая жизнь. Сначала он был профессором кафедры теоретической физики, а в 1948–1954 гг. — деканом физического факультета. Под руководством А.А. Соколова велось строительство и оснащение нового здания факультета на Ленинских горах, был осуществлен переезд туда кафедр и лабораторий с Моховой улицы. В 1954–1986 гг. он — профессор кафедры теоретической физики — в течение 16 лет (1966–1982) был заведующим этой кафедрой.

Область научных интересов А.А. Соколова была очень широкой: классическая и квантовая теория поля, математическая физика, физика элементарных частиц, теория электронных ускорителей, теория синхротронного излучения. Уже в 1930-е годы он выполнил ряд фундаментальных работ по квантовой механике, квантовой теории твердого тела, квантовой теории поля. Его работы тех лет по нейтринной теории света, обменной теории ядерных сил нашли продолжение в современной калибровочной теории взаимодействий элементарных частиц. Статья А.А. Соко-

лова (совм. с Д.Д. Иваненко, 1937) по зарядово-симметричному квантованию дираковского (электрон-позитронного) поля вошла в опубликованный Японским физическим обществом сборник репринтов 15 основополагающих работ по квантовой теории поля, среди авторов которых — П. Дирак, В. Гейзенберг и другие выдающиеся физики. В 1941 г. он разработал (независимо от В. Гайтлера) квантовую теорию затухания — фундаментальный метод исследования взаимодействий элементарных частиц в области сильной связи. Построил теорию дираковских частиц с ориентированным спином (1945), использованную им для расчета спектра позитрония (1953) и в развитии 4-компонентной теории нейтрино, позволившей дать новую интерпретацию несохранения пространственной четности в слабых взаимодействиях (1958). В конце 1940-х — начале 1950-х годов выполнил (совм. с Д.Д. Иваненко) пионерские работы по квантовой теории гравитации. С 1948 г. А.А. Соколов развивал с сотрудниками и учениками классическую и квантовую теорию синхротронного излучения (СИ) — мощного электромагнитного излучения релятивистских электронов, движущихся в магнитном поле по круговой орбите в ускорителях-синхротронах и накопительных кольцах. Он получил (совм. с Д.Д. Иваненко, 1948) замкнутую асимптотическую формулу, равномерно описывающую спектр СИ во всей существенной области. В 1949 г. эта формула была независимо получена американским физиком-теоретиком Ю. Швингером, впоследствии неоднократно цитировавшим работу советских авторов. Результаты исследований А.А. Соколова этих лет вошли в написанную совместно с Д.Д. Иваненко монографию «Классическая теория поля» (1949), отмеченную в 1950 г. Сталинской премией. Эта была первая современная книга по теории поля, в которой систематически излагался аппарат теории обобщенных функций, и очень востребованная: ряд известных зарубежных физиков, среди которых лауреат Нобелевской премии И.Р. Пригожин, вспоминали о ней как о своей настольной книге.

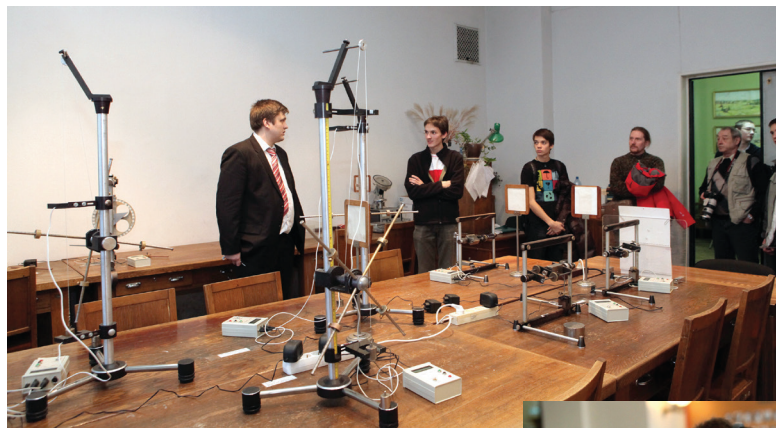
А.А. Соколов предсказал (совм. с И.М. Терновым) фундаментальные эффекты квантовых флуктуаций орбиты электрона в магнитном поле (1953) и



радиационной поляризации электронов и позитронов в накопителях вследствие синхротронного излучения (эффект Соколова–Тернова, зарегистрирован в Государственном реестре открытий СССР за № 131 в 1973 г. с приоритетом от 1963 г.). Эти эффекты были экспериментально обнаружены и детально исследованы в крупнейших мировых научных центрах; первый эффект обеспечивает нормальную работу ускорителей и накопителей, а второй используется для получения поляризованных пучков электронов и позитронов высоких энергий. Термин “Sokolov–Ternov effect” и соответствующие ссылки постоянно встречаются в современной мировой научной литературе, часто цитируются и фундаментальные монографии А.А. Соколова и И.М. Тернова по теории СИ: “Synchrotron Radiation” (Berlin, Akademie-Verlag; New York, Pergamon Press, 1968) и «Релятивистский электрон» (М., Наука, 1974, 1983) [перевод на англ. 2-го изд.: “Radiation from Relativistic Electrons” (New York, AIP, 1986)]. За предсказание и развитие теории указанного эффекта А.А. Соколову была присуждена (совм. с И.М. Терновым) Государственная премия СССР (1976). В 1970-е годы он инициировал приложение теории СИ к исследованию механизмов генерации гравитационного излучения в лабораторных и астрофизических условиях.

В МГУ А.А. Соколов читал основные курсы по многим разделам теоретической физики, первым в университете начал чтение курса по релятивистской квантовой механике. Он является создателем большой школы теоретической физики, подготовил около 50 кандидатов и 20 докторов наук.

А.В. Борисов, проф. каф. теоретической физики



ФИЗФАК — ШКОЛЕ

В весеннем семестре 2014 г. на физическом факультете, как и в предыдущие годы, проводилась работа со школьниками и школьными учителями в традиционных формах:



преподаватели факультета проводили занятия со школьниками и школьными учителями по подготовке к олимпиадам МГУ по физике (не только в Москве, но и в Кисловодске, Чебоксарах, на выездных школах), читали лекции в школах Москвы, проводились экскурсии в учебные и научные лаборатории физического факультета, были подведены итоги отборочных этапов олимпиад по физике и проведены их финальные этапы. Олимпиады **«Покори Воробьевы Горы!»** (более 6000 участников) и **«Ломоносов»** (более 4500 участников) по физике проводились физическим факультетом, **Московская олимпиада школьников по физике** — совместно с Департаментом образования г. Москвы, физический факультет активно участвовал в олимпиадах **«Турнир имени М.В.Ломоносова»** и **«Всероссийский турнир юных физиков»**. В весеннем семестре продолжила свою работу вечерняя физическая школа для учеников 7–9 классов.

Кроме того, по многочисленным просьбам школьников и школьных учителей была продолжена работа **«Лектория по физике»** в рамках программы Департамента образования г. Москвы «Университетские субботы». В этом семестре были прочитаны:

— лекции с физическими демонстрациями (лектор — доцент Рыжиков С.Б., подготовка и сопровождение — кабинет физических демонстраций), в которых школьники могли своими глазами увидеть как известные по школьному курсу демонстрации физических законов, так и новые неожиданные и интересные эксперименты:

- Физика и музыка (колебания, волны, акустика).
- Загадочные превращения (плавление, кипение и другое).

— лекции об актуальных направлениях и достижениях современной физики, в которых слушатели могли узнать новости с «переднего края» науки от ведущих ученых факультета.

- «Нелинейная поляризационная оптика». (Лектор — зав. кафедрой, профессор Макаров Владимир Анатольевич).

- «Т-лучи. Физика и возможности применения». (Лектор — член-корр. РАН, зав. кафедрой профессор Хохлов Дмитрий Ремович).
- «Шаги природы от неживого к живому». (Лектор — зав. кафедрой, профессор Твердислов Всеволод Александрович).
- «Нанотехнологии в современной физике и биологии». (Лектор — проректор МГУ, профессор Федянин Андрей Анатольевич).
- «Сверхмощная СВЧ электроника». (Лектор — профессор Слепков Александр Иванович).
- «Квантовые явления в природе: сверхпроводимость и новый магнетизм в минералах». (Лектор — зав. кафедрой, профессор Васильев Александр Николаевич).

В этом семестре стартовала новая программа физического факультета для школьников — **«Нескучные уроки по физике»**, в рамках которой школьники посещали научные лаборатории физического факультета (5 занятий, в которых приняло участие 99 школьников и 12 учителей из Москвы и Архангельской области) и выполняли лабораторные работы в общем физическом практикуме кафедр общей физики (4 занятия для 31 школьника и 4 учителей) и общей физики и физики конденсированного состояния (3 занятия для 11 школьников и 1 учителя).

30 мая на физическом факультете в Центральной Физической Аудитории была проведена бесплатная консультация перед ЕГЭ по физике, которую проводили доцент Грибов Виталий Аркадьевич, член Федеральной предметной комиссии ЕГЭ по физике, автор-составитель сборника ФИПИ «ЕГЭ-2014. ФИЗИКА: самое полное издание типовых вариантов заданий» и доцент Грачев Александр Васильевич, автор инновационных учебников по физике. Консультация вызвала большой интерес у школьников Москвы, кроме того, для иногородних участников велась общедоступная интернет-трансляция консультации на ресурсе www.distant.msu.ru.

Константин Парфенов



ДЕНЬ ФИЗИКА 2014 17 мая



ПРЕВРАЩАЕМ ИДЕИ В ДОБРЫЕ ДЕЛА

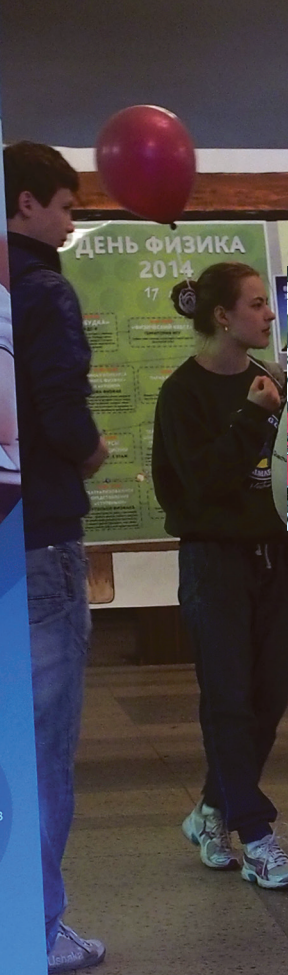
Ключевые программы

- Образование и наука • Территориальное развитие
- Культура • Здравоохранение и спорт

Наши благополучатели и партнеры



Мы работаем в 44 регионах РФ
www.volnoe-delo.ru



Научное издание
 Бюллетень «НОВОСТИ НАУКИ»
 © 2014 Физический факультет МГУ

под ред. Н.Н. Сысоева, В.Н. Задкова, А.А. Федянина, Н.Б. Барановой
 Дизайн и верстка О.В. Салецкая, И.А. Силантьева
 Фотограф С.А. Савкин
 Подписано в печать Тираж 500 экз. Заказ №

Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова,
 119991, Москва ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2
 Отпечатано с готового оригинал-макета
 в типографии МГУ имени М.В.Ломоносова

