

# СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

№4(126) 2017

В номере:



Традиции и развитие  
Физического факультета МГУ  
2012–2017 гг.

Стр. 3–21



Поздравляем  
Николая Ивановича Шакуру  
С присуждением Государственной премии РФ  
в области науки и технологий!

Стр. 21–22



Конкурс «Молодой Преподаватель  
и молодой Ученый года  
Физического факультета МГУ  
имени М.В. Ломоносова 2017»

Стр. 22–24



Гибкая электроника:  
настоящее и будущее

Стр. 35–41



# СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

4(126)/2017  
(июль–август)



ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА  
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

2017

**ПОЗДРАВЛЯЮ СТУДЕНТОВ, ПРОФЕССОРОВ  
И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, ВСЕХ СОТРУДНИКОВ  
ФАКУЛЬТЕТА С НОВЫМ УЧЕБНЫМ ГОДОМ!**

Желаю в этом учебном году новых успехов и достижений!

Первокурсники! Поздравляю вас с поступлением на наш факультет! Вы вступаете в самую счастливую пору своей жизни — студенчество. Вас ждут интересные встречи, талантливые преподаватели, участие в творческих проектах, большие и малые открытия и, конечно же, сессии, которых, к радости студентов и преподавателей, не более двух в учебном году.

Система высшего физического образования нашего факультета получила мировое признание, выпускники факультета работают не только в нашей стране, но и в самых авторитетных университетах и научных лабораториях Западной Европы, США, Японии и других стран. наших студентов приглашают в аспирантуру европейские и американские университеты еще до завершения ими образования на физическом факультете.

В МГУ созданы все условия, чтобы вы стали хорошими специалистами, настоящими профессионалами своего дела, смогли сделать хорошую карьеру и принести пользу своей стране. Но для достижения этих благородных целей нужна большая работа не только со стороны преподавателей и сотрудников вуза, но и ваша. Вам придется много трудиться. Если вы, обучаясь в вузе, научитесь самостоятельно работать, то сможете справиться с любыми задачами, которые поставит перед вами жизнь. Уважайте преподавателей, цените труд сотрудников факультета, будьте инициативны в общественной жизни, и не забывайте, что главное — это учеба!

Студенты старших курсов! Вы уже преодолели первые препятствия, сдали не одну сессию, с радостью желаем вам дальнейших успехов в учебе, науке и общественной судьбе.

Уже через несколько лет вы станете специалистами высшей квалификации, элитой России, после окончания факультета перед вами открывается широкое поле деятельности как в области преподавания и научных исследований, так и в инновационной деятельности и менеджменте.

Высшее образование, полученное на нашем факультете по любой специальности, не только престижно — оно открывает дополнительные возможности в реализации любых жизненных планов.

Вы — надежда России, приложите же все силы для успешного овладения знаниями, приобретения навыков созидательной работы на благо нашей Родины. Учитесь и гордитесь своим факультетом, самым лучшим факультетом самого лучшего университета в мире!

Уважаемые профессора и преподаватели!

В новом учебном году разрешите пожелать вам новых научных свершений, творческих побед, успехов в учебно-методических и воспитательных трудах, внимательных и прилежных студентов, здоровья, благополучия, счастья!

*Декан физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова  
профессор Н.Н. Сысоев*

**ТРАДИЦИИ И РАЗВИТИЕ  
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ  
2012–2017 ГГ.**

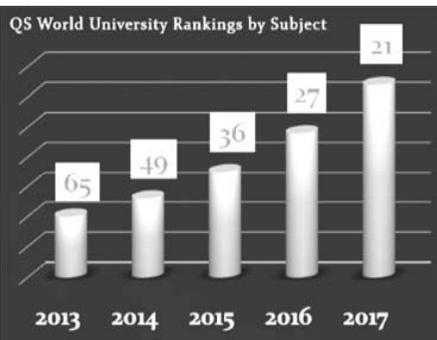
По докладу декана физического факультета,  
профессора Н.Н. Сысоева  
(30 марта 2017 года)

30 марта 2017 года ректор Московского университета академик В.А. Садовничий посетил заседание Ученого совета физического факультета, проходившее совместно с Профессорским собранием. Декан физического факультета МГУ профессор Н.Н. Сысоев выступил с докладом «Традиции и развитие физического факультета 2012–2017 гг.» и представил результаты деятельности факультета за последние 5 лет.



Ректор МГУ академик В.А. Садовничий, декан физического факультета МГУ профессор Н.Н. Сысоев, зав. отделением теоретической и экспериментальной физики профессор Б.И. Садовников

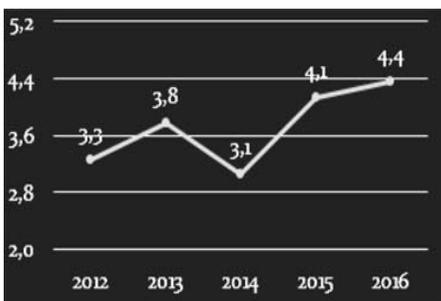
Н.Н. Сысоев поздравил коллектив физического факультета с 21 местом в международном рейтинге QS по специальности «Физика и астрономия». Данные рейтинга в очередной раз доказали, что Московский университет входит в число влиятельных высших учебных заведений мира, формирующих международное научно-образовательное пространство.



Рейтинг физического факультета в мире



Декан физического факультета профессор Н.Н. Сысоев



Конкурс по годам: количество человек на бюджетные места

В докладе декан отметил, что сегодня физический факультет — ведущий учебный и научный центр России в области физики и астрономии. В его составе — 39 кафедр, объединённых в 7 отделений. Учебно-научная деятельность факультета осуществляется в пяти отдельно стоящих корпусах общей площадью более 70 тысяч квадратных метров. На данный момент в штате факультета более 1400 сотрудников, из которых более 500 сотрудников профессорско-препо-давательского состава, более 350 научных сотрудников и около 180 административно-управленческого и обслуживающего персонала. Более 750 сотрудников факультета имеют степени кандидатов и докторов физико-математических наук. Каждый третий член Российской академии наук в области физики и астрономии — выпускник физического факультета МГУ. На факультете учится более 2500 студентов и порядка 300 аспирантов. Ежегодно на факультет зачисляется более 400 человек в бакалавриат и в магистратуру, и 100 аспирантов. Конкурс на бюджетные места факультета составляет порядка 4.4 человека на место. Факультет интенсивно укрепляет свои позиции, о чем свидетельствует динамичный рост конкурса за последние пять лет. Ежегодный выпуск — около 350 студентов и 70 аспирантов. 25% выпускников — обладатели дипломов с отличием.

Высокое качество образования обеспечивается профессорско-преподавательским и научным персоналом, 87% из которых имеют ученые степени. Ежегодно пре-



Среди поступивших на факультет в 2016 году 126 человек воспользовались льготами победителей и призеров олимпиад школьников



За 2012-2017 гг. проведено 10 заседаний ФУМО



подаватели и научные сотрудники факультета публикуют для студентов несколько десятков учебно-методических пособий, которые входят в базовый комплект учебников. Помимо этого, физический факультет выступает в качестве базового по физическому образованию в ВУЗах в России. В рамках работы Федерального учебно-методического объединения были разработаны собственные стандарты Московского университета по направлению «Физика» для бакалавриата и магистратуры. В настоящий момент разработан и передан в Министерство образования и науки Российской Федерации проект стандарта специалиста «Фундаментальная и прикладная физика».

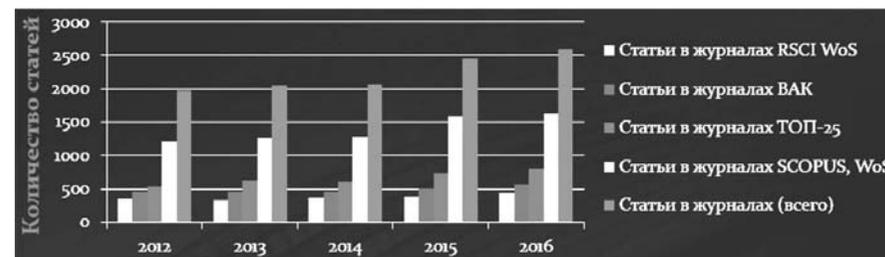


Международное сотрудничество

На факультете активно развивается международное сотрудничество. В числе содружественных организаций: университеты США, Германии, Японии, Великобритании, Франции, Швейцарии, Италии и других стран. За пять лет нашими сотрудниками, аспирантами и студентами осуществлено более 1200 зарубежных поездок на конференции, более 800 поездок по научной работе и более 160 поездок в качестве преподавателей в ведущие зарубежные университеты мира. На факультет ежегодно для чтения публичных лекций приезжают известные учёные со всего мира. Оценка работы факультета по количеству научных публикаций ее сотрудников и их цитирования показала, что ежегодно публикационная активность подразделения возрастает. Количество статей в престижных международных журналах увеличилось примерно на 30%, при этом наблюдается рост суммарного импакт-фактора сотрудников факультета.

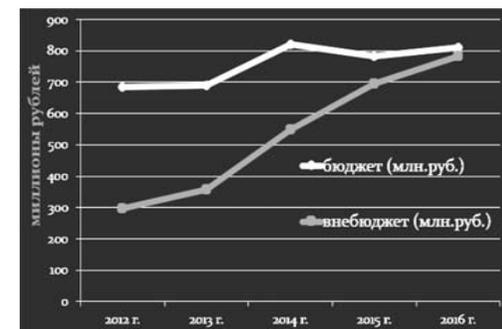


Физический факультет издает журнал «Вестник Московского Университета. Физика. Астрономия», который публикуется шесть раз в год, переводится на английский язык и распространяется онлайн издательством на платформе Springer. Издание индексируется во всех основных библиографических базах, включая Web of Science, Scopus и РИНЦ. Журнал — единственный Вестник МГУ, который имеет импакт-фактор, причём он постоянно растёт. Также на факультете издаётся электронный журнал «Ученые записки физического факультета», который индексируется в РИНЦ. Факультет выпускает Бюллетень «Новости науки» физфака МГУ — новое информационное издание, целью которого является освещение достижений ученых и информации о событиях в жизни университетских физиков.



Научные публикации на физическом факультете

Финансирование физического факультета осуществляется за счет бюджетных и внебюджетных источников, соотношение между которыми существенно изменилось за последние 5 лет. За отчетный период объем средств, заработанных факультетом, увеличился более чем в два с половиной раза. Внебюджетное финансирование факультета главным образом формируется из средств, полученных при выполнении НИР и ОКР, а также от платного обучения. Доля заработной платы в расходах факультета планомерно увеличивается, и в 2016 году с отчислениями составила 70% от всех расходов факультета. Проводятся обширные работы по восстановлению и реконструкции объектов физического факультета.



Финансирование физического факультета

### Научная работа физического факультета МГУ

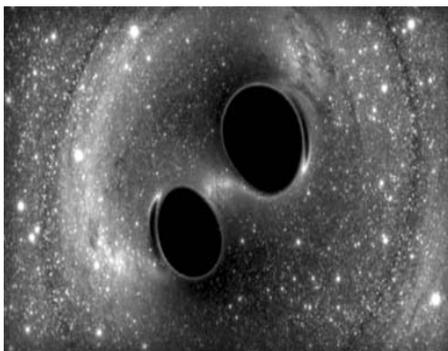
Главной особенностью физического факультета является единство обучения и научной деятельности. На каждой из кафедр работает несколько на-

учных групп, работа которых охватывает сотни различных направлений из всех областей современной физики.

### Отделение астрономии



Новая обсерватория стала основной базой практики студентов



Астрофизические источники гравитационных волн

Создан новый научно-образовательный центр в 30 км к югу от г. Кисловодска на высоте 2100 м над уровнем моря. Основные научные результаты экспериментального этапа наблюдений включают спектро-интерферометрическое открытие новой тесной двойной системы, наблюдения редкого типа «красной» новой в ИК и оптическом диапазонах, продолжающиеся фотометрические наблюдения ряда уникальных объектов галактики.

Среди научных достижений сотрудников отделения астрономии следует отметить предсказание первого детектирования сливающихся двойных черных дыр детекторами LIGO, за что авторы были удостоены премии РАН имени Ф.А. Бредихина по астрономии за 2016 год.

Разработан программный комплекс для корреляции данных в наземно-космическом интерферометре в проекте «Радиоастрон» (коррелятор АКЦ ФИАН). Предложен космический проект TIANQIN (совместно с университетом Гуанджоу) для регистрации гравитационных волн от двойной системы белых карликов. Семилетние наблюдения космическим гамма-телескопом Fermi-LAT завершили открытие «гамма-пузырей Ферми» вокруг галактики M31, в галактике Андромеды.

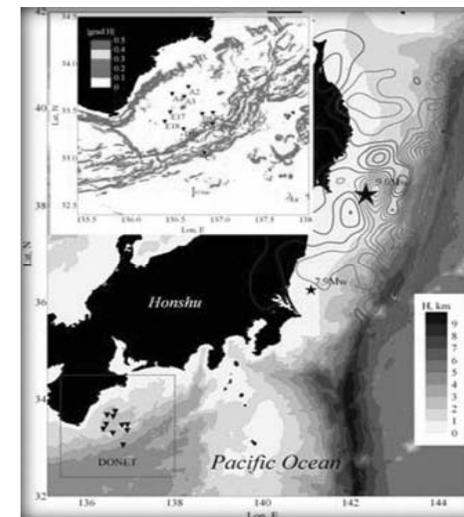
### Отделение геофизики

Сотрудниками физического факультета путём анализа данных с системы донных обсерваторий DONET, развернутых у Японского побережья, было обнаружено новое явление — особые волны, достигающие пункт наблюдения более, чем на час раньше волны Цунами. Данные волны могут рассматриваться в роли своеобразных «предшественников» природной катастрофы: как явление, предупреждающее о возможности цунами.

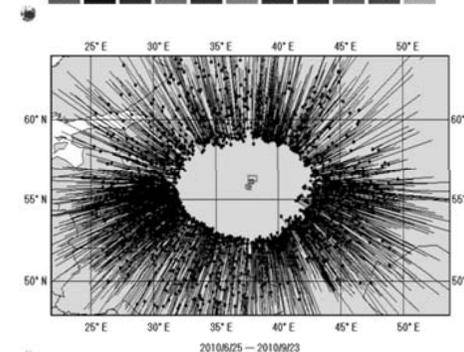
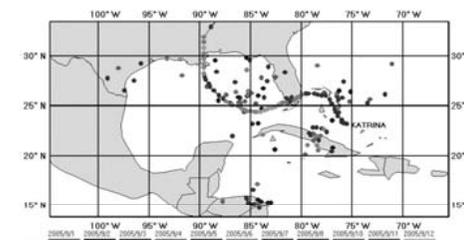
Исследованы особенности влияния геоэлектрических полей на изменение свойств горных пород и конструкционных материалов. Обнаружен эффект активизации процесса трещинообразования в образцах горных пород под действием электрического тока. Эффект актуален для решения фундаментальных проблем физики инициации землетрясений и прикладных задач в области прочности конструкционных материалов.

Проведены исследования волновых процессов в атмосфере методами GPS-интерферометрии. Термические аномалии являются причиной возникновения в атмосфере турбулентности и волновых движений, например, от мегаполиса.

Ведутся работы в области диагностики волновых возмущений в ионосфере, методом спутниковой радиотомографии. Эксперименты проводятся в рамках сотрудничества МГУ–НИРФИ–Университет Калгари (Канада).



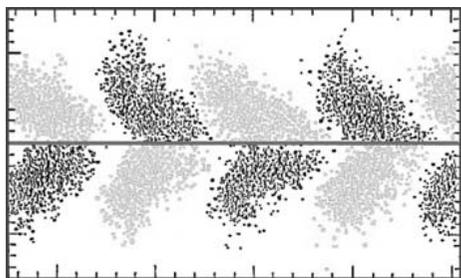
Расположение станций DONET и очага цунами



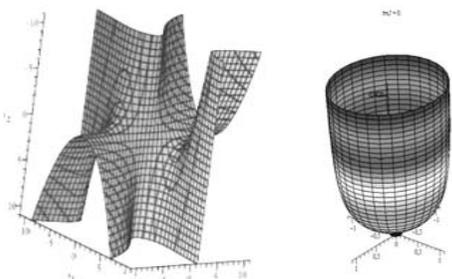
Исследование волновых процессов в атмосфере методами GPS-интерферометрии



**Отделение прикладной математики**



Механизм обращения магнитного диполя Солнца



Эффективные методы математического моделирования

Разработан и реализован программный комплекс по решению нелинейных начально-краевых задач математической физики с одновременной численной диагностикой момента и характера разрушения решений. Ведутся исследования магнитогидродинамических явлений в астрофизике. До сих пор существовало серьезное противоречие между теорией цикла солнечной активности и соответствующими данными астрономических наблюдений.

Раскрыт механизм обращения магнитного диполя, основанный на учете флуктуаций крупномасштабного магнитного поля Солнца. Проведена реконструкция потоков излучения и частиц от молодого Солнца в эпоху формирования цикла. Предложено и доказано обобщение теоремы Белла на случай произвольного числа наблюдателей и присутствия потерь.

Разработаны новые эффективные методы математического моделирования, основанные на математическом формализме субъективного моделирования, а также новые методы теории измерительно-вычислительных систем как средств измерений в научных исследованиях и промышленности.

Разработан метод гарантирующего управления нелинейными неопределенными динамическими системами с использованием расширенной линеаризации и линеаризации обратной связью на основе теории дифференциальных игр и аппарата функций Ляпунова. Разработаны методы оптимального управления нелинейной фильтрацией двухфазных жидкостей в пористых средах, а также метод построения конечномерных аттракторов для нелинейных эволюционных дифференциальных уравнений в частных производных.

**Отделение радиофизики и электроники**

Разработаны новые схемы детектирования импульсного и непрерывного терагерцового излучения на основе параметрического преобразования частоты в нелинейно-оптических средах. По направлению терагерцовой оптоэлектроники и спектроскопии создан Международный консорциум, инициатором которого выступил физический факультет МГУ. В консорциум вошли 76 ор-



ганизаций из 17 стран мира. По линии консорциума начат ряд международных проектов:

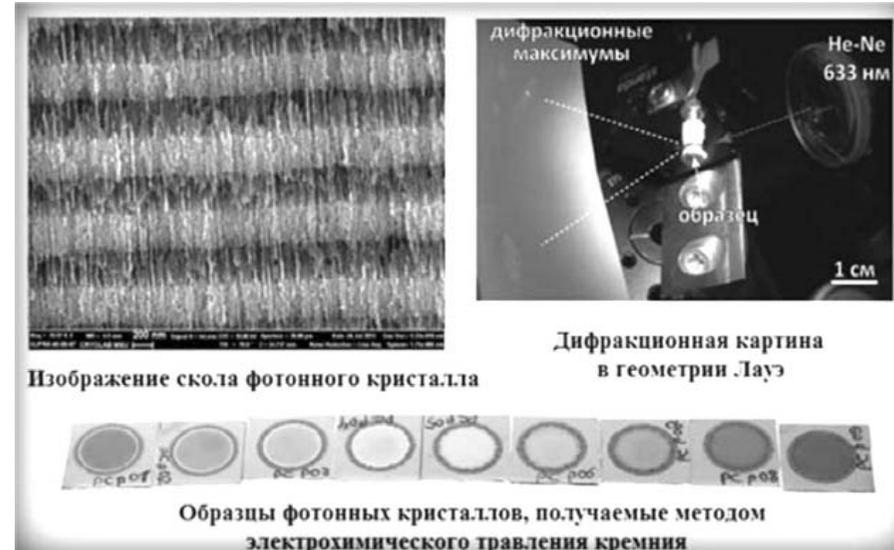
1. Создана совместная лаборатория с участием МГУ в Южной Корее;
2. Создана международная исследовательская сеть между РФФИ и французской CNRS.

Физический факультет является головной организацией по проектам в области терагерцовой оптоэлектроники и спектроскопии в стране. Был получен ряд интересных результатов по созданию систем для дистанционного обнаружения взрывчатых веществ.

Отработана технология получения фотонных кристаллов на основе пористого кремния. Были созданы прототипы оптических переключателей для дальнейшего внедрения в приемно-передающую аппаратуру радиолокаторов и активных фазированных антенных решеток. В настоящий момент по данному направлению проводится совместная работа с Концерном ВКО «Алмаз-Антей».



Визуализация психологического состояния



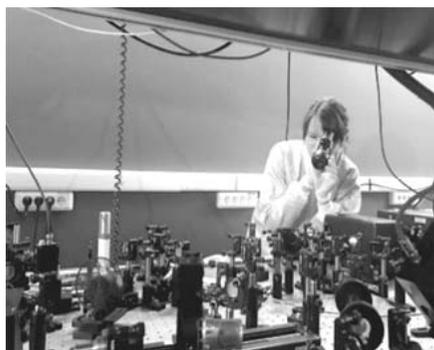
Технология создания фотонных кристаллов

Разработаны методы управления одиночными атомами, помещенными в магнитооптические и дипольные ловушки. Управляющими являются как

классические, так и однофотонные поля. На сегодняшний день достигнуто рекордное время удержания в ловушке одиночного атома рубидия, которое составляет не менее 100 секунд. Ведутся работы по созданию квантового регистра — для задач квантовой симуляции и квантовых вычислений, а также квантового ретранслятора для задач квантовой коммуникации. Успешно прошла испытания система квантовой коммуникации между двумя городами Московской области. Были проведены испытания автоматической системы квантового распределения криптографических ключей на базе стандартных линий связи ПАО «РОСТЕЛЕКОМ» на оптоволоконной линии длиной 32 км. Параметры системы не уступают, а по защищенности превышают параметры зарубежных аналогов. Развитием и продвижением этого направления стал проект, включенный в Программу развития Московского университета по распоряжению Виктора Антоновича по созданию первой в России университетской квантовой сети.



Квантовые оптические технологии



Исследования в области нанооптики и метаматериалов

Проведена серия экспериментов по изучению оптического отклика магнитоплазмонных наноструктур. В рамках данных работ при отражении фемтосекундных импульсов от магнитоплазмонных кристаллов наблюдалась сверхбыстрая модуляция магнитооптических эффектов. Разработана новая методика поляризационно-чувствительной корреляционной спектроскопии, позволяющей измерять магнитооптический фарадеевский поворот поляризации с фемтосекундным разрешением.

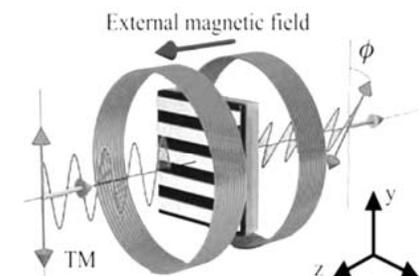
Создан новый наноструктурированный материал — магнитно плазмонный кристалл, который позволяет эффективно управлять свойствами света (поляризацией, интенсивностью и фазой) и плазмонными колебаниями посредством магнитного поля или оптического излучения. В частности, эффект Фарадея, состоящий в повороте плоскости поляризации света в намагниченной среде, в данных кристаллах возрастает на порядок величины.

Разработан ряд радиоэлектронных устройств и систем, по которым в настоящий момент проводятся внедренческие и опытно-конструкторские работы. Создана система сверхскоростной беспроводной связи. Система обладает рекордными характеристиками, демонстрируя скорость передачи информации 20 Гбит/сек на расстоянии 25 км. Она на порядок превосходит зарубежные аналоги. Разработана система связи и передачи видеозображения для БПЛА. Проведены испытания радиолокатора сверхвысокого разрешения: достигнутое разрешение по дальности составляет 1,5 см на расстояниях до 300 км.

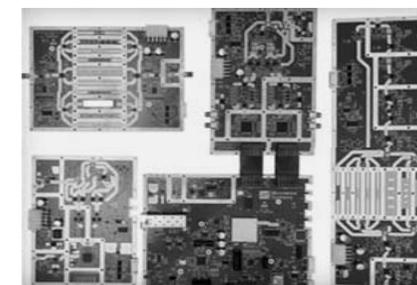
Теоретически был предсказан обратный экваториальный эффект Керра. Предсказанный эффект крайне важен для создания новых устройств сверхбыстрой записи информации с помощью света. Этот эффект позволит увеличить характерные рабочие частоты устройств до 1 ТГц. Разработаны био- и хемосенсоры на основе фотонных кристаллов с магнитоплазмонным покрытием. Сенсоры позволяют проводить мониторинг биологических процессов и детектировать химический состав в реальном времени.

Разработаны методы нелинейной диагностики, позволяющие проводить неразрушающий контроль материалов и обнаруживать невидимые дефекты (в частности, трещины) в объеме материала или изделия.

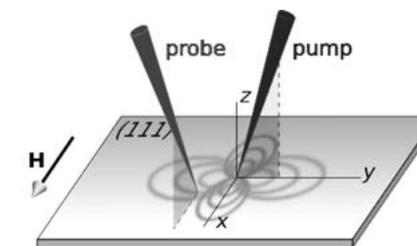
Разработан метод диагностики онкологических заболеваний на основе дистанционного измерения сдвиговой упругости (эластографии), диагностики и ультразвуковое удаление камней в почках; создан прибор — эластограф. Методами нелинейной акустики разработаны пассивные системы акустического мониторинга акватории Арктических морей, возможны как военные применения — обнаружение подводных



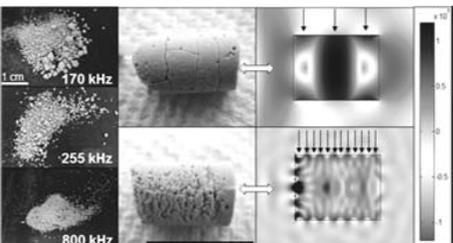
Обнаружено усиление магнитооптического эффекта Фарадея на несколько порядков величины



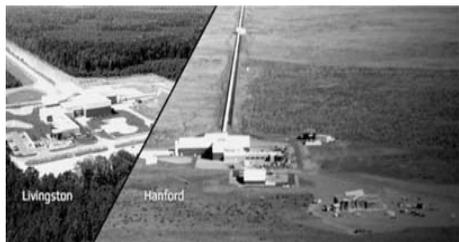
Радиоэлектронные устройства, созданные на физическом факультете



Сверхбыстрое управление намагниченностью



Дистанционное выведение камней из почки



Лазерно-интерферометрическая гравитационно-волновая обсерватория

го факультета предложена реализация оптических микрорезонаторов, позволяющих создать принципиально новые компактные сверхстабильные фотонные СВЧ генераторы, которые могут использоваться, в частности, как опорные генераторы для бортовой радиоэлектронной аппаратуры и связи, и заметить в перспективе стабилизированные кварцевые резонаторы

### Отделение физики твердого тела

Разработан новый магнитный материал с использованием редкоземельных металлов, который позволил создать неоднородно намагниченные монокристаллические магнитные системы. Свойства нового магнитного материала позволяют очень эффективно генерировать магнитное поле. Использование данной разработки в серийных двигателях значительно улучшает их характеристики и открывает новые возможности их применения. Упрощение системы охлаждения, отсутствие необходимости использовать ряд элементов конструкции электродвигателей приводит к уменьшению его массы и габаритов в 2–6 раз. При этом полезная мощность



Редкоземельные монокристаллические магнитные системы с неоднородным намагничиванием полюсов

лодок, так и гражданские — поиск месторождений полезных ископаемых, экологический мониторинг.

В феврале 2016 года было объявлено об обнаружении гравитационных волн. Трудно переоценить вклад сотрудников физического факультета в это событие. Разработали уникальные кварцевые подвесы, обеспечившие время релаксации маятника 5 лет, что само по себе является мировым рекордом. Созданы новые схемы квантовых измерений такие, как: QND, вариационные, измеритель скорости, оптическая жесткость. Без всех этих достижений невозможно было бы осуществить обнаружение гравитационных волн в рамках международного проекта LIGO. Сотрудниками физическо-

го факультета предложена реализация оптических микрорезонаторов, позволяющих создать принципиально новые компактные сверхстабильные фотонные СВЧ генераторы, которые могут использоваться, в частности, как опорные генераторы для бортовой радиоэлектронной аппаратуры и связи, и заметить в перспективе стабилизированные кварцевые резонаторы

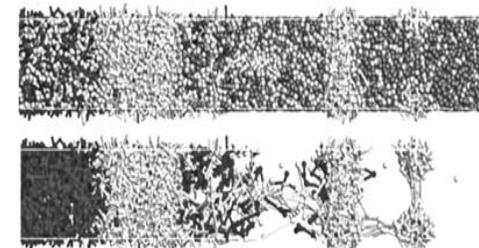
ность на валу электромотора в несколько раз выше чем у серийных двигателей, работающих на основе других технологий. Факультету удалось организовать мелкосерийное производство электромоторов различной мощности от 1 до 15 кВт с использованием нового материала.

- КПД до 98%
- уменьшенные тепловые потери
- возможность эксплуатации в жидких средах на любых глубинах,
- увеличение ресурса работы электромотора,
- снижение как акустических, так и электромагнитных шумов работы
- уменьшение его массы и габаритов в 2-6 раз
- полезная мощность на валу электромотора в несколько раз выше чем у серийных двигателей

Обнаружен новый тип локальных электронных состояний в полупроводниках, привязанных к положению квазиуровня Ферми.

Предложен метод регистрации поверхностных электронных состояний с высокой подвижностью, использующий фотоэлектрический эффект, индуцированный терагерцовыми лазерными импульсами. Разрабатываются полые двустенные микрогели для адресной доставки лекарств, волокна на основе полиакрилонитрила для получения высокопрочных углеродных композитов, а также, проводится моделирование физических свойств органических матричных нанокompозитов.

На физическом факультете создан учебно-методический центр литографии и микроскопии — первый совместный проект МГУ имени М.В. Ломоносова и концерна Carl Zeiss. Центр, в частности, станет базой для реализации таких проектов как «Твердотельные одноатомные структуры как элементы компонентной базы для квантовых технологий»; «Разработка физических основ техно-



○ Solvated/coagulated PAN ○ DMSO ○ H<sub>2</sub>O ○ Air

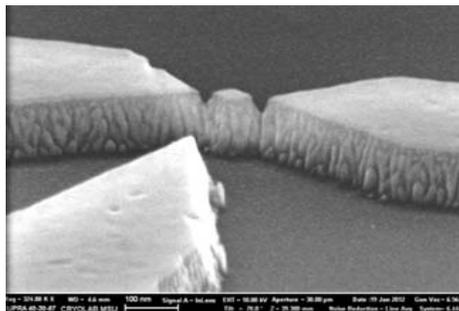
Моделирование полимерных систем на суперкомпьютере Ломоносов



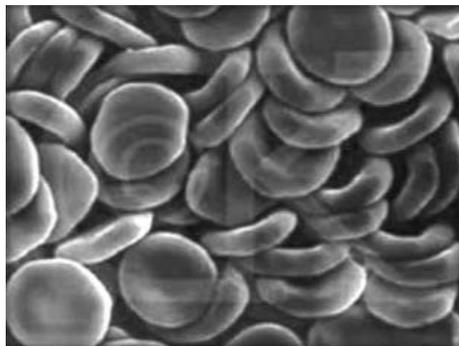
Учебно-методический центр литографии и микроскопии

гии получения высокотемпературных сверхпроводящих проводов 3-го поколения, «Разработка наносенсорной биомагнитной тест-системы на основе нуклеиновых кислот для быстрого детектирования заболеваний разной этиологии», выполняемый физическим факультетом совместно с НИИ физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского и Chalmers University of Technology (Швеция) и целый ряд других проектов.

На физическом факультете МГУ создан уникальный одноатомный одноэлектронный транзистор, основным рабочим элементом которого является выделенный атом в решетке кремния.



Одноэлектронный транзистор



Мессбауэровская спектроскопия в исследовании гемоглобина донорской крови

### Отделение экспериментальной и теоретической физики

На факультете предложен новый класс лазерных источников – лазер на случайно-неоднородных средах, использующий эффект усиления света в сильно неупорядоченных средах. Обнаруженный эффект за счет своей высокой эффективности может быть использован для удаленного детектирования вещества, кроме того, он может служить для исследования динамики случайно-неоднородной среды.

Создан мощный комплекс криогенного научно-технологического оборудования «Лаборатория квантовых кооперативных явлений». Это позволило выявить роль упругой магнитной и электронной подсистем в формировании конденсата. В последние годы достигнут колоссальный прогресс в понимании механизмов высокотемпературной сверхпроводимости.

Обнаружен переход металл-диэлектрик в пленках кислородно-дефицитных перовскитов при температуре 620К. Развита многоволновая динамическая теория дифракции ультрахолодных нейтронов на движущейся фазовой решетке. Теория может быть применена для разработки нового метода ускорения и замедления потоков ультрахолодных нейтронов.

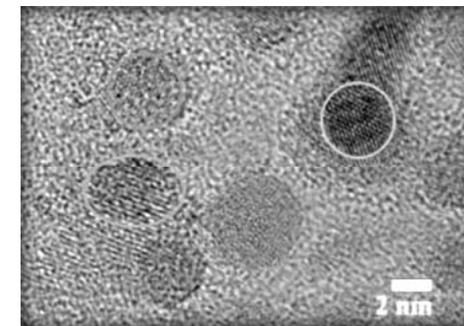
Разработана методика, позволяющая проводить точный количественный анализ всех форм гемоглобина в образце эритроцитной массы донорской крови.

Разработана технология создания нанокристаллического кремния путем фемтосекундной лазерной кристаллизации аморфного кремния. Получены двухслойные гетероструктуры аморфный кремний — нанокристаллический кремний. На основе разработанной гетероструктуры созданы прототипы солнечных элементов с эффективностью фотопреобразования 15,5 %, что значительно превышает соответствующее значения для известных солнечных элементов на основе аморфного кремния.

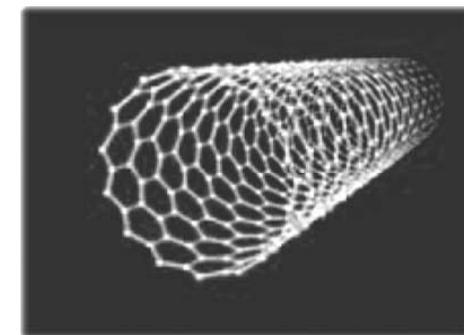
Определены оптические характеристики и структурные особенности полупроводниковых и металлических наночастиц, получаемых методом лазерной абляции. Обнаружены новые свойства наночастиц, обусловленные условиями их формирования, существенно расширяющие возможности их использования в оптоэлектронике и медицине. Обнаружена закономерность, связывающая скейлинговые характеристики изучаемых наноструктурированных объектов и просвечивающих волновых пучков. Создана научно-техническая база для вакуумной ультрафиолетовой спектроскопии твердых тел в масштабе коротких времен на современных накопителях и лазерах на свободных электронах.

Исследована двумерная модель графена с магнитным полем являющимся суперпозицией однородного магнитного поля и вихря Ааронова–Бома. Вычислены волновые функции электронов и спектр состояний. Исследован электронный транспорт в графене с линейными дефектами, моделируемыми дельтаобразным потенциальным барьером.

Развита теория ондуляторного излучения. Итогом этой серии работ стала разработка феноменологической модели лазера на свободных электронах. С её помощью, используя каскадную генерацию высших гармоник, можно получить интенсивное рентгеновское излучение мощностью от 100кВт до 100МВт. Опубликована обзорная статья по электромагнитным свойствам нейтрино в журнале *Reviews of Modern Physics*, который обладает наивысшим импакт-фактором. Дан-

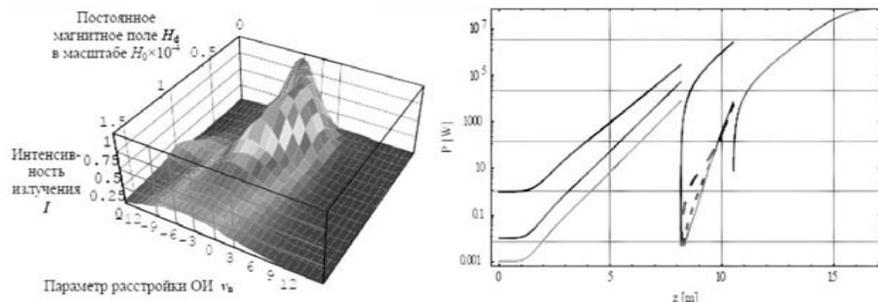


Прототипы солнечных элементов с эффективностью фотопреобразования 15,5% на основе аморфного кремния



Исследование маломерных моделей с четырехфермионным взаимодействием методами квантовой теории поля

ная статья является 6-й по счету из опубликованных в данном журнале сотрудниками физического факультета за всю его историю. МГУ представлен в международном мега-проекте ДЖУНО в Китае по изучению свойств нейтрино.



Развитие теории ондуляторного излучения и лазеров на свободных электронах

Разработана компьютерная модель, а затем с использованием лазерного стереолитографа успешно выполнена реконструкция головного мозга шерстистого мамонта Юока. Разработана технология синтеза радиоизотопных терапевтических препаратов с адресной доставкой на базе бионосителей с повышенным средством к опухолевым клеткам.



Разработана и опробована методика операции лазерной реваскуляризации сердца, создана хирургическая установка

Разработана компьютерная трехмерная модель, а затем на ее основе совместно с Центром сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева выполнена реконструкция сердечно-сосудистой системы человека. Совместно с Институтом нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко изготовлен и установлен ряд биосовместимых имплантатов. Разработана методика операции лазерной реваскуляризации сердца, создана хирургическая установка.

Сотрудниками факультета обнаружена новая фундаментальная биофизическая закономерность: «молекулярная биология — есть периодическая система хиральных структур, объединенных в знакопеременные иерархии». Правый и левый столбцы — это иерархии внутри- и над-молекулярных структур белков и ДНК. Эта периодическая таблица молекулярной биологии позволяет увидеть в представлениях хиральных асимметрий графы взаимодействий всех основных биологических молекул. Как видим, фундаментальные идеи симметрии из основ физики пришли в биологию.

лярная биология — есть периодическая система хиральных структур, объединенных в знакопеременные иерархии». Правый и левый столбцы — это иерархии внутри- и над-молекулярных структур белков и ДНК. Эта периодическая таблица молекулярной биологии позволяет увидеть в представлениях хиральных асимметрий графы взаимодействий всех основных биологических молекул. Как видим, фундаментальные идеи симметрии из основ физики пришли в биологию.

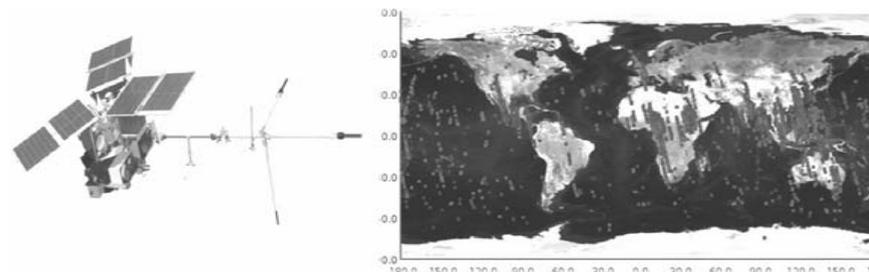
Отделение ядерной физики

28 апреля 2016 г. осуществлен запуск спутника «Ломоносов» для исследования экстремальных космических явлений в атмосфере Земли, ближнем космосе и Вселенной, например, гамма-всплесков или космических лучей предельно высоких энергий. Кроме того, спутник будет заниматься мониторингом радиационной обстановки и мониторингом опасных объектов в околоземном космическом пространстве совместно с сетью наземных телескопов «Мастер».



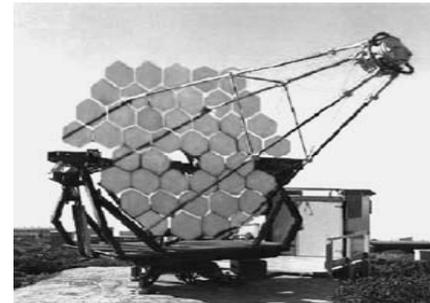
Спутник «Ломоносов»

8 июля 2014 г. осуществлен запуск спутника «Вернов» с аппаратурой РЭЛЕК для исследования энергичных транзитных процессов в атмосфере Земли и высыпаний магнитосферных электронов. Комплекс научной аппаратуры Релятивистские ЭЛЕКТроны, предназначенный для изучения высотных электрических разрядов, атмосферных транзитных явлений и высыпаний релятивистских электронов из радиационных поясов Земли.



Спутник «Вернов» с аппаратурой РЭЛЕК

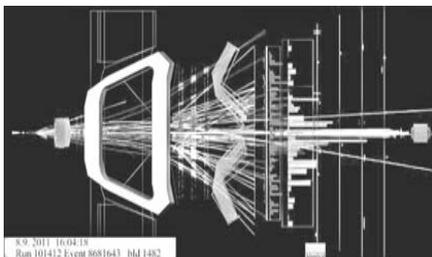
Специалисты в области гамма-астрономии высоких энергий физического факультета принимают участие в проекте ТАЙГА. Не имеющая аналогов в мире гамма-обсерватория строится на базе Тункинского Астрофизического центра. Комплекс создается для решения задач астрофизики элементарных частиц и гамма-астрономии.



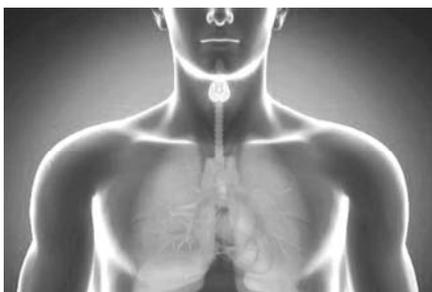
TAIGA-IACT — Сеть из 16 атмосферных черенковских телескопов с анализом изображения

В рамках сотрудничества Московского государственного университета, Национальной лаборатории

(США) и Национального института ядерной физики (Италия) на основе модели, развитой в НИИЯФ МГУ, выполнен анализ экспериментальных данных по рождению пионных пар виртуальными фотонами, полученных международной коллаборацией CLAS на непрерывном пучке электронов ускорителя нового поколения JLAB (США). Также, МГУ является официальным участником международного проекта ANTARES. Нейтринный телескоп ANTARES — один из крупнейших водных детекторов, предназначенных для регистрации мюонных нейтрино от астрофизических источников высоких энергий. Детектор ANTARES расположен в водах Средиземного моря на глубине 2475 м. В данном проекте принимает участие около 150 инженеров, техников и физиков из научных центров Франции, Италии, Испании, Голландии, Германии, России и Румынии.



Открытие сверхредких распадов  $B_{s,d} \rightarrow \mu^+ \mu^-$  на установках LHCb и CMS в ЦЕРН



Препарат «Астат-211» для терапии онкологических заболеваний щитовидной железы

По окончании доклада, В.А. Садовничий выразил сотрудникам физического факультета благодарность за успешную и плодотворную работу, а также отметил, что для активного развития Московского университета требуется постоянная слаженная работа всех существующих структур, в том числе и физического факультета: «Николай Николаевич в своем отчетном

Сотрудники физического факультета принимали участие в экспериментах на Большом адронном коллайдере. Главный на сегодняшний день результат работы Большого адронного коллайдера - открытие бозона Хиггса. В экспериментах с участием сотрудников факультета достигнуты значительные результаты в физике топ-кварка и физике тяжелых адронов. Также в рамках экспериментов на установках адронного коллайдера совершено открытие сверхредкого распада странного и нижнего В-мезона на два мюона.

Совместно с НИИЯФ МГУ разработан радиофармацевтический препарат «Астат-211» для терапии онкологических заболеваний щитовидной железы. Предложен эффективный способ синтеза радиофармацевтического препарата. Успешно проведены доклинические испытания, получен патент, принадлежащий МГУ имени М.В. Ломоносова

докладе привел примеры достижений физического факультета, отраженные в диаграммах и в цифрах. И действительно факультет прибавил. Может быть, еще 7–8 лет назад не только на физическом факультете, но и везде была ситуация неуверенности, разброда, даже поражений. Сейчас абсолютно другая картина, и во всем вы прибавляете, в том числе в конкурсах, в рейтингах. Меня очень радует, что вы сейчас являетесь самым мощным факультетом по научным исследованиям, грантам, хозяйству, связанным с научными исследованиями, а это около миллиарда рублей. Это очень большой успех факультета, который каждый раз прибавляется. Это, безусловно, плюс всех вас, профессоров, лично Николая Николаевича и его помощников, которые это сделали.»



Ректор МГУ имени М.В. Ломоносова академик В.А. Садовничий

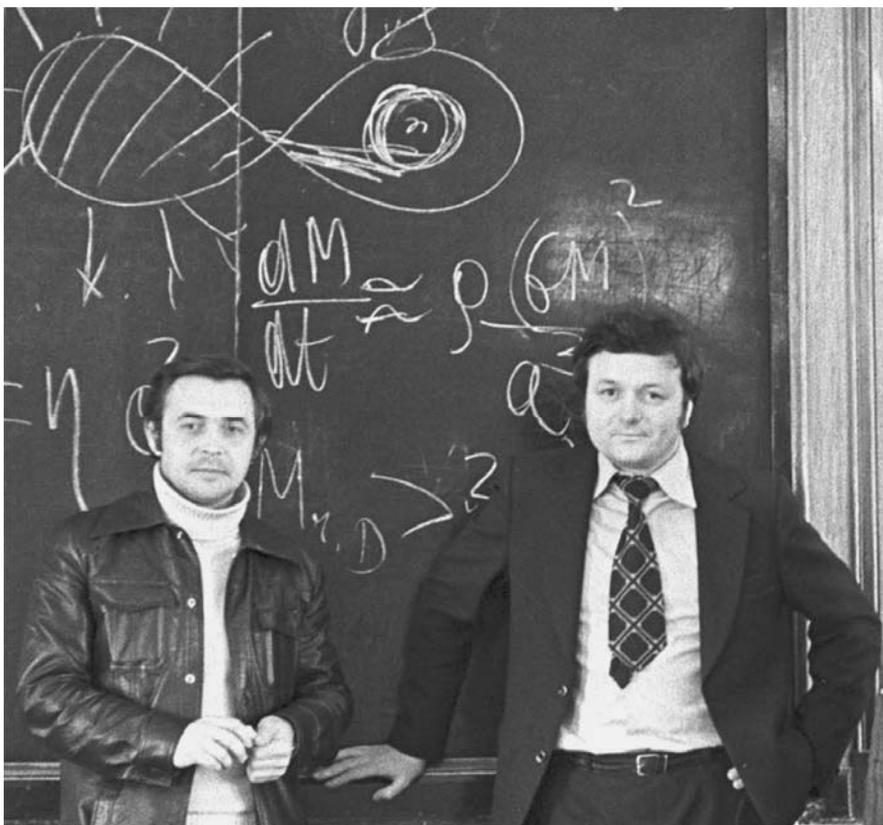
### ПОЗДРАВЛЯЕМ НИКОЛАЯ ИВАНОВИЧА ШАКУРУ С ПРИСУЖДЕНИЕМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРЕМИИ РФ В ОБЛАСТИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ!

Лауреатами Государственной премии Российской Федерации 2016 года за выдающиеся достижения в области науки и технологий «за создание теории дисковой аккреции вещества на черные дыры» стали заведующий отделом релятивистской астрофизики Государственного астрономического института имени П.К. Штернберга МГУ имени М.В. Ломоносова, доктор физико-математических наук, профессор Николай Иванович Шакура и заведующий лабораторией



Николай Иванович Шакура, фото О.С. Баргунова

Института космических исследований РАН, доктор физико-математических наук, академик РАН Рашид Алиевич Сюняев



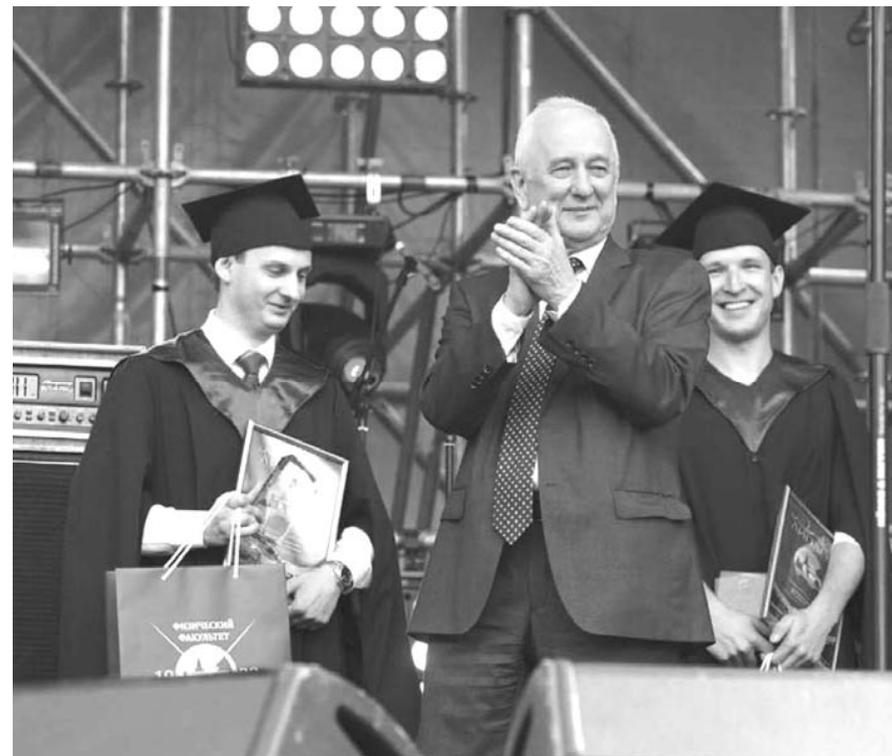
Николай Иванович Шакура и Рашид Алиевич Сюняев

### КОНКУРС «МОЛОДОЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ И МОЛОДОЙ УЧЕНЫЙ ГОДА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА 2017»

В рамках проведения Дня Физика состоялось награждение по номинациям Лучший молодой Ученый Физического факультета и Лучший молодой Преподаватель Физического факультета 2017.

Конкурс проводится совместно администрацией, советом молодых ученых, студенческим советом, профкома студентами и сотрудниками физического факультета, Оргкомитетом «Дня Физика».

По результатам голосования, и по решению специального конкурсного жюри, победителями были признаны: в номинации Лучший молодой Ученый Физического факультета — Юшков Егор Владиславович и в номинации Лучший молодой Преподаватель Физического факультета — Соколов Владимир Андреевич.



Немного о победителях.

**Юшков Егор Владиславович**, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник кафедры математики Физического факультета.

Егор родился 24 ноября 1988 года в семье выпускников МГУ в городе Фрязино, где и учился до поступления на физический факультет. Так сложилось, что Егор не выбирал куда поступать, так как с детства считал физичес-



ский факультет родным, любил, когда его брали с собой родители на работу, любил студенческие практики и университетские новогодние ёлки. Да и учиться, оказалось для него совсем не сложно, хотя Егор активно занимался скалолазным спортом и много времени проводил в походах в горах.

Егор выбрал для дальнейшей учебы кафедру математики и получил диплом без потерянных баллов и через два года защитил кандидатскую диссертацию сугубо по математической физике. Сейчас Егор Владиславович старший научный сотрудник кафедры математики и сотрудник отдела физики плазмы в ИКИ РАН и проводит время в постоянных командировках по всему миру.

**Соколов Владимир Андреевич**, к.ф.м.н., сотрудник кафедры Квантовой теории и Физики высоких энергий Физического факультета.

Соколов Владимир Андреевич, родился в 1983 году в г.Севастополь Крымской области. В 2007 году с отличием закончил Московский университет.

В 2010 году защитил диссертацию “Постмаксвелловские эффекты

нелинейной электродинамики вакуума и гравитации”. С 2010 года сотрудник кафедры Квантовой теории и Физики высоких энергий. Проводит семинарские занятия по курсу “Электродинамика” (с 2010 года), лекции по курсу “Электродинамика” (с 2013 года).

Желаем нашим победителям плодотворной научной и преподавательской деятельности, и поздравляем с признанием их заслуг!!!

*Ю.В. Корнеева, председатель СМУ ФФ МГУ*



## ЛЮБЛЮ ФИЗФАК!

Вы спросите, за что же?  
Пожалуй, для меня всего дороже,  
Не пафос и престижность заведения,  
А сформированное в нём мировоззренье.

Люблю физфак за лекции смешные,  
За праздники и будни трудовые,  
За крепкий сон в “окне” до пятой пары,  
За практикум, за ВТЭК, за семинары.

За бесполезность и полезность чьих-то слов,  
За те беззвучные житейские советы,  
Которыми делиться был готов  
ФФ один со всей толпой несметной.

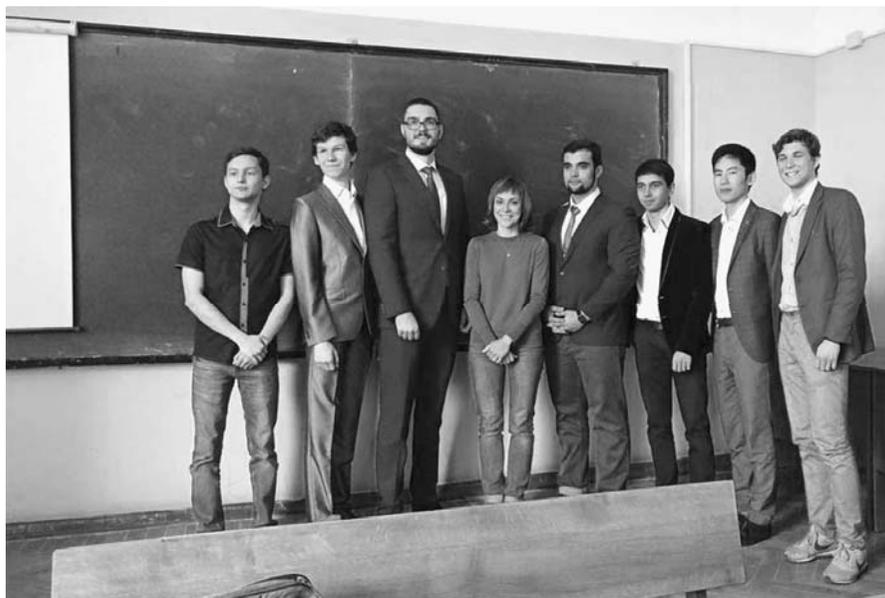
Люблю за дух какой-то недалёкой,  
Но всё же ощутимой старины,  
За то, что за мгновенье ока  
За стенами метровой толщины

Пять лет промчались яркой каруселью,  
Борьба экзаменов сменялась здесь весельем,  
Взамен соседства дружба приходила  
И нас судьба с любимыми сводила...

И остаётся только удивляться,  
При всей серьёзности, какую здесь нашла,  
По ощущениям (вы будете смеяться!)  
Я выхожу моложе, чем вошла

*Курочкина Настя*

## МОЙ ПЕРВЫЙ ВЫПУСК БАКАЛАВРОВ МАГНИТОЛОГОВ!



На фотографии (слева направо): Сацкий А.В., Шапоров А.В., Иванюкович М.М., куратор 419 группы мнс Харламова А.М., Пастернак Д.Г., Гусейнов М.О., Данилов Г.Е., Рубцов В.Д.

Май 2015 года. Заведующий кафедрой магнетизма Николай Сергеевич Перов сообщил прекрасную новость: «Анна Михайловна, вы будете куратором нового набора!» Так и начался мой первый опыт кураторства! Знакомство с большей частью группы состоялось осенью 2014 года при выборе студентами 2 курса темы курсовой работы и последующей их защите в апреле 2015 года. Ребята показали себя достойно, получив зачет с оценкой «отлично». Как выяснилось позднее, самое интересное ожидало меня впереди в день собеседования по поводу приема на кафедру магнетизма. «Какой будет группа? Что обязан делать куратор? Как я с ними справляюсь?» — все эти мысли кружились роem в голове до момента знакомства с группой.

Быть куратором в Императорском Московском Университете в XVIII веке означало иметь высшую административную должность, на которую назначались «одна или две знатнейших особ, которые бы весь корпус в своем усмотрении имели и о случающихся нуждах докладывали». К счастью, за 2 века многое что изменилось, и быть куратором сейчас означает стать кафедральным наставником для небольшой группы студентов. В моем случае это оказалась удивительная группа, состоящая исключительно из молодых лю-

дей! Найти с ними общий язык, наблюдать за их работой, помогать в любых вопросах, стать связующим звеном для них с кафедрой – все это определяло мои обязанности как куратора.

За прошедшие 2 года они многому научились, стали взрослее и серьезнее. Наравне с основной программой, включающей общие и кафедральные спецкурсы, каждый из них занимался серьезными научными исследованиями, включающими детальное изучение теории и проведение эксперимента, глубокого анализа полученных экспериментальных данных, построения модели с последующим компьютерным моделированием. Помимо основных занятий студенты принимали активное участие в Универсиаде «Ломоносов» и Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов». Время пролетело незаметно, и вот они уже стоят у доски на защите квалификационных работ бакалавров в полном составе: Гусейнов Мехрадж, Данилов Георгий, Пастернак Дмитрий, Рубцов Василий, Сацкий Алексей, Иванюкович Михаил и Шапоров Артемий.

Подготовка и защита дипломной работы бакалавра одна из самых трудных и, вместе с тем, полезных задач для студента 4 курса. Несомненная польза заключается в том, что в процессе подготовки происходит полное осознание и систематизация накопленных знаний, ставятся цели и задачи для последующей научно-исследовательской деятельности. Почему трудных? В первую очередь сказывается недостаток времени в учебном плане. На 4 курсе нет специально отведенного времени для работы в лабораториях, подразумевающего полноценную работу студента с последующей подготовкой выпускной квалификационной работы. Однако следует отметить, что, не смотря на эти трудности, каждый студент кафедры магнетизма справился с поставленной для него задачей блестяще! Говоря о студентах, нельзя не отметить, что столь высокий положительный показатель бакалаврских работ является заслугой не только самих студентов, но и неопределимого вклада научных руководителей и наставников по лаборатории, изо дня в день помогающих в любых вопросах, будь то помощь в подготовке образцов, проведении эксперимента или разбора сложного кода программ.

Так под руководством к.ф.-м.н, старшего научного сотрудника Татьяны Борисовны Шапаевой была защищена экспериментальная, включающая в себя компьютерное моделирование, работа «Определение кривой намагничивания и петли гистерезиса пленок ферритов-гранатов с помощью анализа доменной структуры при перемагничивании» Гусейновым Мехраджем. В настоящей работе представлено описание новой задачи спецпрактикума кафедры магнетизма физического факультета МГУ, в которой измерение кривой намагничивания и петли гистерезиса проводится с помощью анализа изображений доменной структуры при перемагничивании. Эти изображения получают с помощью микроскопа и камеры для микросъемки, используя магнитооптический эффект Фарадея, и анализируют с помощью специальной программы.

К.ф.-м.н, старший научный сотрудник Сергей Владимирович Копчик руководил экспериментальной работой Данилова Георгия, защитившего ра-

боту «Особенности магнитных свойств органогенных горизонтов почв в зоне воздействия предприятий Кольской горно-металлургической компании», целью которой было провести исследования, чтобы по физическим свойствам современных почв составить представление о формировании их магнитных свойств в условиях развития почв из подстилающих пород. Для решения этой сложной задачи необходимо систематическое изучение многообразия магнитных свойств почв, различающихся по своим свойствам, а также признаков их магнитного состояния.

Пастернак Дмитрий защитил экспериментальную работу «Особенности магнитокалорического эффекта в сплавах Гейслера на основе никеля-марганца-индия-серебра» под руководством д.ф.-м.н., профессора Валерия Николаевича Прудникова. Целью данной работы являлось изучение магнитных и магнитокалорических свойств сплавов Гейслера, допированных серебром, а именно: 1) описание изменений магнитных и структурных свойств исследуемых сплавов, вызванных малыми заменами In на Ag; 2) определение влияния серебра на величину МКЭ и на ширину области проявления больших значений эффекта.

Под руководством д.ф.-м.н., профессора Елены Евгеньевны Шалыгиной была защищена экспериментальная работа Рубцовым Василием «Ферромагнитные аморфные проводящие для проведения эндоваскулярных вмешательств». Целью данной работы являлось исследование влияния закручивающих напряжений на магнитные характеристики кобальт-обогащенных  $Co_{84}$  ( $Co_{69}Fe_4Cr_4Si_{12}B_{11}$ ) аморфных микропроводов, полученных с помощью модернизированного метода Улитовского-Тейлора, и микропроводов, созданных на их основе.

Под руководством к.ф.-м.н., доцента Анны Александровны Радковской были защищены 2 теоретические дипломные работы по компьютерному моделированию Сацким Алексеем и Иванюковичем Михаилом. Целью работы Алексея «Влияние взаимодействия мета-атомов на эффективную магнитную проницаемость магнитных метаматериалов» являлась разработка методики расчета магнитной проницаемости в метаповерхностях конечных размеров с учетом взаимодействия метаатомов. Для Михаила целью работы «Распространение магнитоиндуктивных волн в неоднородных магнитных метаматериалах» являлось моделирование распределения магнитоиндуктивных волн в поверхностных магнитных метаматериалах МГц диапазоне.

Под пристальным руководством заведующего кафедрой магнетизма, д.ф.-м.н., профессора Николая Сергеевича Перова была защищена Шапоревым Артемием экспериментальная работа «Магнеторезистивные свойства бинарных сплавов на основе железа и редкоземельных металлов». Целью данной работы являлось изучение магнитных и транспортных свойств серии образцов сплавов Fe-Ga с различной концентрацией галлия и добавлением тербия.

По итогам защиты бакалаврских дипломных работ один человек из семи защитил работу с оценкой «хорошо», остальные шесть — с оценкой «отлично», среди которых была отмечена работа Михаила Иванюковича и рекомендована на конкурс дипломных работ имени Р.В. Хохлова на физическом факультете МГУ. Как куратор группы, хочу поздравить своих бакалавров с

преодолением столь серьезного для них этапа, пожелать им дальнейших научных и творческих успехов во всех сферах их деятельности. Поздравляю нашу кафедру и, в особенности научных руководителей, со столь замечательным выпуском! Уважаемые бакалавры кафедры магнетизма, до встречи в магистратуре!

Куратор 419 группы мнс Харламова А.М

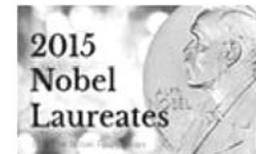
## ПРОГРАММА «ФИЗИКА НЕЙТРИНО» — К 60-ЛЕТИЮ ОСЦИЛЛЯЦИЙ

Программа «Физика нейтрино» является одним из важных направлений научных исследований и учебного процесса, которые реализуются на кафедре теоретической физики. Об актуальность данного раздела фундаментальной науки свидетельствует присуждение Нобелевской премии по физике в 2015 году с формулировкой «за открытие осцилляций нейтрино, что доказывает наличие у нейтрино ненулевой массы».



Артур Макдональд  
(Arthur McDonald)  
1943 г.р.

работает  
в Королевском  
Университете,  
Кингстон,  
Канада



Нобелевская премия  
2015 года по физике

Шведская королевская  
академия наук

6 октября 2015 года:

«за открытие  
осцилляций нейтрино,  
что доказывает  
наличие у нейтрино  
ненулевой массы» !



Такааки Каджита  
(Takaaki Kajita)  
1959 г.р.

работает  
в Университете  
Токио,  
Япония

В 2017 году исполняется ровно 60 лет с тех пор, как Бруно Максимович Понтекерво предсказал возможность существования осцилляций нейтрино.

Мы гордимся тем, что выдающийся итальянский ученый с 1950 года жил и работал в нашей стране, являясь сотрудником Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований (Дубна) и возглавляя (почти 20 лет — с 1966 по 1988 год) кафедру физики элементарных частиц на физическом факультете МГУ.

Продолжая заложенные Б.М. Понтекорво традиции и для координации научных исследований и учебного процесса по физике нейтрино по инициативе кафедры теоретической физики и при поддержке Отделения экспериментальной и теоретической физики на физическом факультете работает Научно-образовательный центр «Лаборатория физики нейтрино и астрофизики имени Б. М. Понтекорво» (директор-профессор А.И. Студеникин).

Реализация программы «Физика нейтрино» началась почти четверть века тому назад, когда на кафедре теоретической физики была создана научная группа по физике нейтрино под руководством А.И. Студеникина. В состав группы традиционно входят студенты, аспиранты и сотрудники, причем не только физического факультета МГУ. В настоящее время в составе группы по физике нейтрино 15 человек, в том числе и 9 студентов магистратуры и бакалавриата, а также сотрудники двух кафедр физического факультета и НИИЯФ МГУ, ИЯИ РАН и ФИЗТЕХа. Научная группа размещается на физическом факультете в аудитории 1-51, тел.: 8-495-939-16-17.



Совещание участников группы по физике нейтрино и исполнителей проекта РФФИ «Исследование электромагнитных свойств нейтрино и поиск физики за пределами Стандартной модели» (2014–2016 годы)

За годы работы участниками группы по физике нейтрино были защищены многочисленные дипломные работы, 10 кандидатских и 4 докторских диссертации.



Участники группы по физике нейтрино А.И.Студеникин (справа), А.И.Тернов (слева) и И.В.Токарев (в центре) после успешной защиты последней диссертации на физическом факультете МГУ в 2014 году

В последнее время членами группы были подготовлены и защищены следующие кандидатские диссертации:

1) И.В. Токарев, «Нейтрино в движущихся замагниченных средах и новые эффекты в астрофизике» (2014 г.),

2) А.В. Лохов, «Развитие методов статистики и квантовой теории поля в физике нейтрино» (2013 г.),

3) И.А. Баланцев, «Движение нейтрино и электронов в среде и магнитном поле в рамках метода точных решений» (2012 г.),

а также докторские диссертации:

1) А.И. Тернов, «Массивные нейтрино во внешних полях и плотных средах» (2015 год),

2) К.А. Кузаков, «Процессы ионизации при взаимодействии быстрых частиц с веществом» (2017 год).

Для студентов и аспирантов, которые хотели бы участвовать в реализации программы «Физика нейтрино», членами научной группы читаются курсы лекций:

- 1) «Введение в физику нейтрино» (на английском языке),
- 2) «Взаимодействия элементарных частиц в электромагнитных полях»,
- 3) «Осцилляции и электромагнитные свойства нейтрино: теория и астрофизические приложения»,
- 4) «Модели генерации массы нейтрино» (читается на кафедре квантовой теории и физики высоких энергий).

Для более широкого круга интересующихся данной проблемой и необязательно физиков также читается общий межфакультетский курс: «Невидимая элементарная частица нейтрино».

Важным элементом образовательной программы по физике нейтрино являются ежегодно проводимые на физическом факультете членами научной группы Международные школы по физике нейтрино и астрофизике.

Ежегодно несколько студентов, специализирующихся по программе «Физика нейтрино», защищают дипломные работы (бакалаврские и магистерские диссертации). Многие из студенческих работ посвящены развитию теории осцилляций нейтрино в плотных средах и сильных электромагнитных полях:

- 1) А.Р. Попов, «Спиновые осцилляции нейтрино в поперечно движущейся среде» (2017 г.),
- 2) П.Г. Пустошный, «Флейворные осцилляции нейтрино в магнитном поле и произвольно движущейся среде» (2017 г.),
- 3) К.Л. Станкевич, «Эффекты смешивания нейтрино и матрица плотности» (2016 г.),
- 4) Р. Фаббрикаторе, «Нейтрино в сильных полях и плотных средах астрофизических объектов» (2016 г.),
- 5) А.И. Дмитриев, «Энергетический спектр и осцилляции нейтрино в магнитном поле» (2015 г.).

В 2015 году по инициативе кафедры теоретической физики на физическом факультете была открыта специальная магистерская программа «Физика нейтрино» (руководитель — А.И. Студеникин, координаторы программы — доцент К.А. Кузаков, кафедра теории атомного ядра и физики столкновений и снс А.К. Лохов, ИЯИ РАН).

В настоящее время научные исследования группы по физике нейтрино ведутся по следующим основным направлениям:

- 1) развитие теории смешивания и осцилляций нейтрино в экстремальных внешних условиях (сильные внешние электромагнитные поля и плотные среды),
- 2) изучение электромагнитных свойств нейтрино (электромагнитные форм-факторы нейтрино, дипольные магнитные и электрические моменты, анапольные моменты, миллизаряд),
- 3) развитие теории рассеяния нейтрино на мишени, получение новых ограничений на электромагнитные характеристики нейтрино при анализе данных лабораторных экспериментов (GEMMA и др.),
- 4) рассмотрение новых явлений в астрофизике, в основе которых лежат осцилляции и электромагнитные взаимодействия нейтрино,

- 5) получение астрофизических ограничений на электромагнитные характеристики нейтрино,
- 6) разработка программы научных исследований для нейтринного мегапроекта JUNO,
- 7) участие в создании европейского компьютерного кластера проекта JUNO.

Полученные в рамках проекта «Физика нейтрино» результаты публикуются в ведущих международных научных журналах. Опубликовано А.И. Студеникиным (Eur. Phys. Lett., 2014) ограничение сверху на величину миллизаряда нейтрино включено международным Комитетом по свойствам элементарных частиц в обзор «The Review of Particle Physics 2016», содержащий информацию об основных характеристиках элементарных частиц.

Проводимые научной группой по физике нейтрино исследования поддерживаются грантами РФФИ и Минобрнауки. Участие в международных конференциях и ведущих мировых нейтринных исследовательских проектах является важным направлением деятельности группы по физике нейтрино. Члены научной группы выступили с докладами более, чем в 20 странах мира.



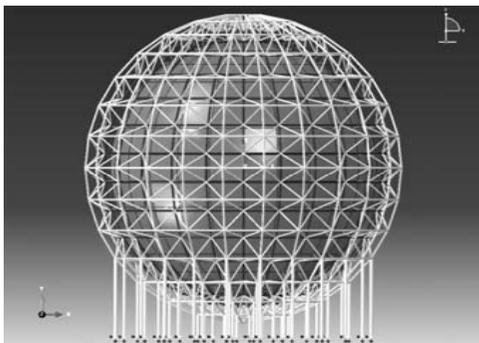
Лауреаты Нобелевской премии по физике Питер Хиггс (слева) и Герард 'т Хоофт (справа) и А.И. Студеникин на конференции Европейского физического общества по физике высоких энергий. Стокгольм, Швеция, 2013 год

Только за последние 12 месяцев было сделано 17 докладов на ведущих международных конференциях, включая конференцию по физике высоких

энергий Европейского физического общества (The European Physical Society Conference on High Energy Physics, EPS-HEP-2017) и конференцию по физике нейтрино и астрофизике элементарных частиц (XV International Conference on Topics in Astroparticle and Underground Physics, TAUP-2017). Указанные две конференции являются крупнейшими международными форумами текущего года, соответственно, по физике элементарных частиц и физике нейтрино.



Лауреат Нобелевской премии по физике 2015 года, присужденной за открытие осцилляций нейтрино, Такааки Каджита и А.И. Студеникин на Международной конференции по осцилляциям нейтрино NOW-2016. Италия, сентябрь 2016 года



Нейтринный жидкостинцилляционный детектор мега-проекта JUNO (20 килотонн, R = 40 m, 700 m под землёй) — крупнейшая в мире установка подобного типа

физическом факультете в августе сего года. За шесть рабочих дней конференции было сделано почти 200 докладов учеными из 29 стран мира.

По инициативе группы по физике нейтрино при поддержке руководства МГУ и физического факультета Московский университет в 2015 году вошел в число участников крупнейшего готовящегося в настоящее время в Китае международного нейтринного мега-проекта JUNO (А.И. Студеникин возглавляет группу участников мега-проекта JUNO от МГУ и представляет Московский университет в руководящих органах мега-проекта).

Работа группы МГУ в мега-проекте JUNO поддерживается грантом РФФИ и Государственного фонда естественных наук Китая «Электромагнитные свойства и осцилляции массивных нейтрино» (руководитель — А.И.Студеникин).

Важным направлением работы научной группы А.И. Студеникина является организация в МГУ уже на протяжении 25 лет Ломоносовских конференций по физике элементарных частиц, которые входят в число крупнейших международных форумов, проходящих в России. 18-я Ломоносовская конференция по физике элементарных частиц проходила на

Реализация как научно-исследовательской, так и образовательной компоненты программы «Физика нейтрино» осуществляется при всесторонней поддержке со стороны администрации Московской университета и физического факультета. В мае 2016 года по приглашению ректора МГУ академика В.А. Садовниченко А.И.Студеникин выступил с докладом на заседании Ученого совета МГУ о современном состоянии и перспективах физики нейтрино и о развитии исследований и образовательных программ по данному направлению в МГУ.

**Редколлегия "Советского физика" поздравляет Александра Студеникина с 60-летием и желает дальнейших творческих успехов, счастья в личной жизни.**

*Александр Студеникин, профессор кафедры теоретической физики, директор Научно-образовательного центра «Лаборатория физики нейтрино и астрофизики имени Б.М. Понтекорво», член Научного совета РАН «Физика нейтрино и нейтринная астрофизика»*

## ГИБКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

«В чём ценность научного исследования?» — такой вопрос звучит на каждой защите курсовых или дипломных работ. Но не каждый студент знает, что ответить на этот вопрос по своей работе. Наука зачастую не направлена на решение прикладных задач, не говоря уж о том, чтобы создавать значимый для общества результат в виде продукта или ценной технологии. Однако есть те сферы, которые занимают уникальное место на стыке науки, технологий и потребностей рынка. Именно в таких сферах ведутся научные разработки прототипов и методов их создания, которые затем становятся реальными продуктами и технологиями производства. Гибкая электроника выступает сферой физики, химии и технологий, которая занимается созданием электронных устройств на основе новых полупроводниковых материалов. В этой сфере одинаково активно ведутся лабораторные разработки, перенос технологий из лаборатории в производство, инжиниринг конечных устройств и коммерциализация новых продуктов. Таким образом, сфера гибкой электроники представляет собой непрерывный процесс создания и реализации новых идей, устройств и технологий.

Под гибкой электроникой понимают совокупность всех технологий, которые могут потенциально обеспечить гибкость устройств. Преимуществом таких технологий являются более простые и дешёвые производственные процессы, которые позволяют снизить стоимость конечных устройств по сравнению с традиционными технологиями электроники. Так, можно снизить количество циклов фотолитографии, избежать высокотемпературных процессов и специальных вакуумных условий. Кроме того, для изготовления

устройств гибкой электроники можно использовать растворные и печатные методы, что значительно снижает стоимость технологических процессов и увеличивает их производительность. Использование материалов гибкой электроники позволяет не только снизить стоимость одного устройства, но также производить устройства большой площади, снизив при этом стоимость единицы площади. Это играет большую роль в производстве дисплеев и сенсорных интерфейсов. Механические свойства — гибкость, растяжимость — имеют большое значение при интеграции электроники в применения, не доступные при использовании кремниевой электроники. Преимущества конечных устройств на основе технологий гибкой электроники могут быть очень разнообразными в зависимости от используемых материалов и компонентов.

Электронная промышленность зачастую отождествляется с полупроводниковой промышленностью. Причиной этому служит огромное значение полупроводниковых материалов в создании электронных устройств. Нелинейная зависимость проводимости полупроводников от внешних условий и приложенного напряжения позволяет создавать на их основе активные электронные компоненты, выполняющие самые разнообразные функции от светоиспускания до обработки цифровых сигналов. Технологии обработки полупроводниковых материалов являются ключевыми в электронике. Отличительная особенность полупроводниковых материалов, используемых в гибкой электронике, — это простота их нанесения. Органические, нанокремниевые, металл-оксидные полупроводники являются основными материалами гибкой электроники, которые обеспечивают простоту процессов изготовления электронных устройств. Чтобы разобраться в преимуществах материалов гибкой электроники, обратимся к традиционным полупроводникам, широко используемым в современной промышленности. При изготовлении устройств на основе традиционного монокристаллического кремния используются сложные технологические процессы роста кристалла, его последующей резки, легирования, утонения. Для создания интегральной схемы (ИС) необходимы десятки циклов фотолитографии, для каждого из которых требуется несколько технологических операций, а также предварительное изготовление дорогостоящих масок. В готовой интегральной схеме кремний одновременно играет роль и подложки, и активного слоя с различными типами проводимости. Полупроводниковые материалы гибкой электроники наносятся на подложку и выполняют роль только активного слоя. Подложка и вся структура устройства на ней при этом может быть намного тоньше, чем минимально возможная толщина кремниевой интегральной схемы. Кроме того, механические свойства кремниевых ИС определяются свойствами кристаллического кремния. При утонении или увеличении площади кремниевая ИС может повреждаться, в то время как в устройствах гибкой электроники механические свойства определяются выбором подложки, который может быть произвольным и зависеть от нужд конечного применения. Таким образом, ИС на гибкой электронике может быть толщиной в один-два десятка микрон, об-

ладать гибкостью, что обеспечит большую интегрируемость ИС, устойчивость к механическим повреждениям, позволит создавать тонкие ИС и матрицы устройств даже на больших площадях.

Использование материалов и технологий гибкой электроники позволяет покрывать большие площади полупроводниковыми веществами, не снижая их производительность по сравнению с малыми площадями. Вершиной технологического совершенства, достигнутой на данный момент в сфере технологий гибкой электроники, являются дисплеи на основе полупроводникового материала — оксида индия, галлия и цинка (IGZO). Такие дисплеи созданы компанией Sharp. В октябре 2016 года компания анонсировала дисплеи с разрешением в 1000 ppi (пикселей на дюйм), что почти в два раза больше существующего максимального разрешения. Размеры пикселей и, соответственно, их число на единицу площади зависит от размера транзистора, управляющего пикселем. Подвижность носителей заряда в IGZO в 20–50 раз выше, чем у традиционно используемого в матрицах дисплеев аморфного кремния, что позволяет снизить размеры транзистора, увеличивая количество пикселей, а также повысить быстродействие дисплея (Рисунок 1). Кроме того, выполнение дисплеев на основе IGZO позволяет снизить энергопотребление.

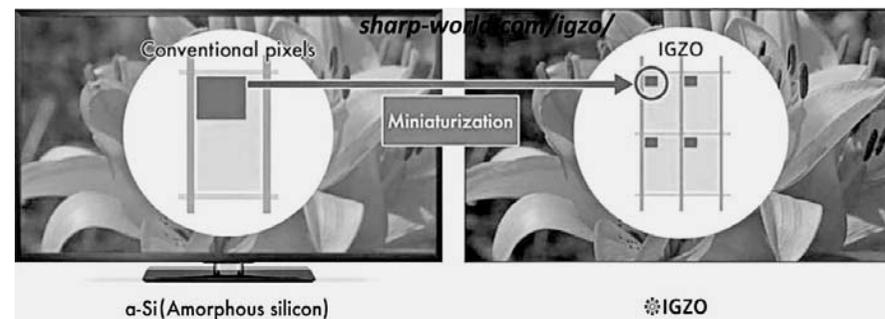


Рис. 1. Сравнение транзисторов в пикселях на аморфном кремнии и IGZO по технологии Sharp

Интеграция транзисторных матриц на основе IGZO и отображающего слоя на основе другой технологии гибкой электроники — органических светоизлучающих диодов (OLED) — позволит создать гибкие дисплеи с максимальным разрешением и наиболее натуральной цветопередачей. В данный момент эти технологии существуют отдельно и уже коммерциализированы. Устройство и принципы функционирования OLED-дисплеев значительно отличаются от наиболее распространённых на сегодняшний день жидкокристаллических (LCD) дисплеев. Рассмотрим, какими преимуществами обладают OLED-дисплеи, и почему в скором времени эта технология может заменить своих предшественников.

Телевизоры, смартфоны и смарт-часы с OLED-дисплеями используют технологию AMOLED (активной матрицы на органических светодиодах). Это значит, что каждый пиксель дисплея работает независимо от своих соседей. Если при выводе изображения на дисплей часть пикселей оказываются не задействованы, в OLED-дисплее они будут выключены. В LCD дисплеях используется общая для всех пикселей подсветка — и чёрные пиксели будут просто фильтровать подсветку так, чтобы показывать чёрный цвет. Первым важным преимуществом независимости OLED-пикселей является энергосбережение. Когда на чёрном экране Apple Watch показываются часы, излучают свет и, соответственно, потребляют энергию только пиксели, формирующие изображение часов, остальные же остаются выключенными. Именно в целях энергосбережения компания Apple выбрала AMOLED-дисплей для своего миниатюрного продукта. Второе преимущество независимости пикселей в OLED-дисплеях — глубина чёрного цвета. Полное отключение пикселя для отображения чёрного цвета в изображении позволяет достичь лучшую цветопередачу по сравнению с LED и LCD дисплеями.

Улучшенные цветовые характеристики по сравнению с LCD дисплеями — большое преимущество OLED-технологии. Так, человеческий глаз будет воспринимать цвета на OLED-дисплее как более реалистичные. Кроме того, при изменении угла обзора изображения на дисплее, цвета OLED-пикселей не поблекнут и не изменятся, в отличие от цветов LCD дисплеев.

Использование органических полупроводниковых материалов в OLED позволяет производить эти элементы на гибких, прозрачных и даже растягиваемых подложках (Рисунок 2).

Эти преимущества открывают огромные возможности производства OLED-дисплеев с различными формами поверхностей, устройств, которые могут сворачиваться и складываться, а также интеграции OLED-дисплеев в одежду, окна, витрины, зеркала, наклейки и многие другие инновационные применения, прототипы которых существуют уже сейчас. Из будущих пре-



Рис. 2. Скручиваемый 18-дюймовый (46 см) OLED-дисплей на пластиковой подложке от LG. Фотография предоставлена IDTechEx

имущества OLED-технологии также стоит отметить потенциально большую частоту обновления изображения. Это значит, что движущиеся объекты на экране не будут смазываться

Органические и оксидные полупроводники используются не только в дисплеях. На основе органических и IGZO транзисторов разрабатываются и производятся самые разнообразные устройства. Одним из них являются радиочастотные метки для маркировки объектов. Такие метки позволяют считы-

вать информацию об объекте с помощью различных устройств, в том числе смартфонов. Радиометки используются повсеместно — начиная с маркировки одежды в магазинах и заканчивая маркировкой животных. Так, стоимость радиометки на основе гибкой электроники может быть около одного цента, а значит такие метки смогут использоваться, например, для маркировки товаров в супермаркете. Технология радиометок позволит пробивать все продукты одновременно, просто прокатив корзину покупателя мимо считывателя.

Гибкая электроника широко применяется для разработки сенсорных устройств. На основе материалов гибкой электроники создаются сенсоры температуры, газов, влажности, давления, фотосенсоры для детекции изображения, оптические сенсоры для применения в пульсометрах. Одним из наиболее интересных применений гибких сенсоров является электронная кожа — поверхность с нанесёнными на неё гибкими растягиваемыми сенсорами давления и температуры, которая может обеспечить не только чувствительность протезов и систем робототехники, но и максимальное сходство с человеческой кожей.

Сенсоры в области медицины и биометрии также сейчас разрабатываются и включают пульсометры, сенсоры температуры, сенсоры электрофизиологических сигналов, в том числе, мышечной активности. Такие сенсоры могут наклеиваться на кожу в виде пластыря, имеющего такие же механические свойства, что и кожа. Известны, например, лабораторные разработки систем на основе гибкой электроники для отслеживания приступов эпилепсии (Рисунок 3).

Эти системы также могут вводить в случае необходимости специальные лекарства пациенту, помещаясь при этом на обычном силиконовом пластыре. На основе гибкой электроники создаются нейроинтерфейсы для отслеживания активностей головного мозга, восстановления двигательных функций с помощью стимуляции спинного мозга, восстановления зрения. При этом электронные устройства могут располагаться непосредственно на коре головного мозга — гибкость здесь имеет решающее значение.

Технологии гибкой электроники обладают огромным значением для развития электроники в целом. Успешная реализация новых продуктов на основе гибкой электроники требует тесного сотрудничества исследовательских лабораторий и коммерческих компаний. В мире создаются технологические центры на основе университетов, в рамках которых студенты, аспиранты и учёные имеют возможность коммерциализировать свои разработки. В России существует сеть нано-центров, развивающих технологическое предпринимательство, обеспеченного производственной, научной, инженеринговой инфраструктурой. В рамках нано-центра Технопарк в г. Троицк осуществляется строительство Центра гибкой



Рис. 3. Устройство для мониторинга физиологической активности пациентов

электроники — первой в мире площадки среднесерийного производства устройств гибкой электроники. Одним из научных партнёров Центра является Лаборатория органической электроники ([www.sunhen.phys.msu.ru](http://www.sunhen.phys.msu.ru)) Кафедры общей физики и волновых процессов и Международного лазерного центра МГУ. Лаборатория является одним из основных источников компетенций и кадров в области органической гибкой электроники в России.

Лаборатория органической электроники оснащена полным комплектом оборудования для создания и исследования устройств гибкой электроники — органических солнечных батарей и органических транзисторов. По каждому из направлений ведётся интенсивная экспериментальная и теоретическая работа. Уникальность Лаборатории состоит как раз в этом сочетании фундаментальных и прикладных исследований, которое является ключевым для достижения максимального успеха. Для определения эффективных путей экспериментальной деятельности проводятся теоретические изыскания, составление математических моделей, численные эксперименты. Дальнейшая экспериментальная работа ведётся с учётом полученных данных, а результатом являются научные достижения мирового уровня.

Одним из последних результатов Лаборатории является получение органических монослойных монокристаллов большой площади как активного слоя полевых транзисторов. Органические монослои являются предметом активных исследований благодаря их преимуществам в органической электронике, однако низкая степень их упорядоченности ранее не позволяла получать высокоэффективные устройства на их основе. В Лаборатории удалось получить высокоупорядоченные монослойные структуры с латеральными размерами до нескольких миллиметров (Рисунок 4а) — это на целых два порядка больше максимальных размеров монокристаллических монослойных структур, получаемых ранее известными методами. Такие монослойные монокристаллы не требуют специальных условий получения, высоких температур или вакуума — рост осуществляется из раствора (Рисунок 4б). За счёт своей высокой упорядоченности на больших площадях монослойные монокристаллы позволили создать эффективные органические полевые транзисторы, характеристики которых на порядок превосходят лучших мировых аналогов.

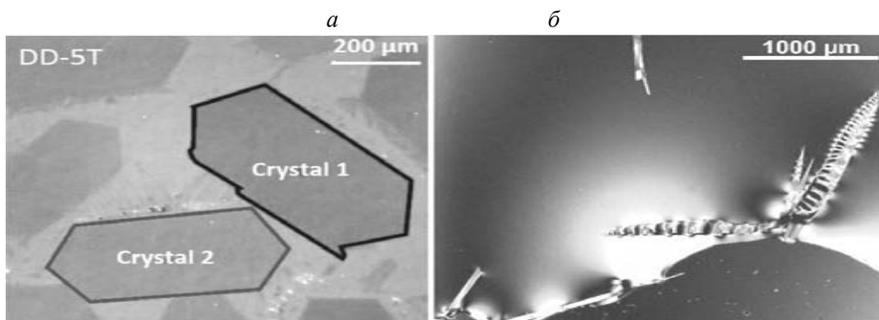


Рис. 4. а — Органические монослойные монокристаллы большой площади, б — рост кристаллов из раствора — процесс наблюдается в оптический микроскоп

Большой коллектив Лаборатории — это кандидаты наук, аспиранты и студенты, которые занимаются передовыми разработками в области органической электроники, направленными на повышение эффективности устройств и исследование физических процессов, лежащих в основе органической электроники. Начиная со второго курса, студенты лаборатории имеют возможность полностью провести экспериментальную работу по созданию и исследованию устройство органической электроники — полевых транзисторов или солнечных батарей. Стартуя с порошков новых синтезированных полупроводниковых веществ, студенты лаборатории создают электронные компоненты, а также исследуют их электронные и оптические характеристики.

Большая партнёрская сеть Лаборатории включает российские и международные коллективы исследователей, промышленных партнёров и коммерческие компании. Налаженное сотрудничество с научными коллективами в области химии, физики и материаловедения позволяет осуществлять полный цикл исследований в области органической электроники, включая синтез новых материалов, рентгеноструктурный анализ полученных кристаллов и тонких плёнок на лучших источниках синхротронного излучения в России и Европе. Лаборатория тесно сотрудничает с исследовательскими коллективами из Кембриджа и Имперского Колледжа в Лондоне, направляет своих студентов и аспирантов в командировки в зарубежные лаборатории для совместных исследований и на ведущие международные конференции и школы. Аспиранты Лаборатории имеют возможность обучаться по программе двойной аспирантуры, в частности совместно с Университетом Гронингена (Нидерланды).

В рамках Лаборатории решаются как прикладные, так и фундаментальные научные задачи, результаты Лаборатории широко представлены в высокорейтинговых международных научных журналах. В этом году Лаборатория выступает организатором 13-й Международной конференции по органической электронике — International Conference on Organics Electronics (ICOE) 2017, которая в этом июне пройдёт в Санкт-Петербурге, а также ежегодной международной школы-конференции International Fall School on Organics Electronics (IFSOE). Деятельность Лаборатории поддерживается грантами Российского научного фонда, РФФИ, Минобрнауки и др., Лаборатория оснащена передовым оборудованием, в т.ч., по Программе развития МГУ. Лаборатория выступает центром компетенций по органической электронике в России, куда приезжают учёные со всей страны для получения опыта в создании и исследовании электронных устройств на основе органических материалов. Лаборатория всегда рада талантливым студентам и активно набирает сотрудников для успешной научной деятельности в сфере гибкой электроники.

Аспирант Глушкова А.В.





## «ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ» В ПОДАВЛЕНИИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ

В 1960–80 годах на физическом факультете велись исследования гидроакустических шумов подводных ракет, которые разрабатывались в Центральном научно-исследовательском институте автоматики и гидроакустики. Эти исследования выполнялись под руководством С.П. Стрелкова и В.И. Шмальгаузена на кафедре общей физики для мехмата и В.А. Булова на кафедре акустики. Создание высокоскоростных самонаводящихся ракет было необходимо, чтобы отогнать от наших берегов иностранные подводные лодки. При высоком уровне акустических шумов, создаваемых реактивной струей двигателя, ракету можно легко обнаружить и уклониться от нее, ее гидрофоны оказывались глухими и акустическая система самонаведения не работоспособной. Поэтому ключевая проблема в исследованиях, проводимых на физическом факультете, состояла в исследовании источников гидроакустических шумов подводных ракет и их подавлении на акустической антенне [Противолодочные подводные ракеты. Изд-во Физического факультета МГУ, 2011]. «Эффект самоэкранировки шумов реактивной струи реактивной газовой сверхзвуковой струи, истекающей в воду», который был открыт и исследован А.В. Минаевым, выпускником факультета 1957 года, руководителем работ в ЦНИИАГ, вселял надежду в создание самонаводящихся подводных ракет. Оказалось, что шум реактивной струи, истекающей в газопаровую каверну, которая образуется возле сопла двигателя, не проникает в воду, но по металлическому корпусу ракеты беспрепятственно достигает гидрофонов акустической антенны. По корпусу распространяются к антенне и шумы, которые генерируют турбулентные вихри, возникающие при сверхзвуковом обтекании ракеты. Для ослабления шумов вся акустическая антенна в головном отсеке заливалась пенополиуретановой массой, развязывающая ее от колебаний корпуса.

Наряду с этим было предложено использовать динамическое вибродемпфирование головного отсека ракеты в полосе частот акустической антенны. Демпфирование осуществлялось периодической системой тонких ребер, расположенных внутри цилиндрического корпуса (Рис.1) [Кандидов В.П., Шенявский Л.А., Акустический журнал, XXVI, 84, (1980)]. При этом расстояние между соседними ребрами было меньше длины волн, распространяющихся в оболочке, а их собственная частота изгибных колебаний совпадала с рабочей частотой гидрофонов антенны. В такой системе качественно изменялась дисперсия упругих волн по сравнению с однородной оболочкой. Появлялись запрещенные зоны для продольной и поперечных волн в оболочке, происходила их взаимная трансформация на частотах, близких к собственной частоте ребер. Простая модель в виде упругого стержня с периодически расположенными ребрами наглядно иллюстрирует дисперсию волн в структуре (Рис.2) [Демиденко Т.Ф., Кандидов В.П., Шмальгаузен В.И., Акустический журнал XXI, 869, (1975)]. Для изгибной волны  $I$ , фазовая скорость которой возрастает с



частотой в однородном стержне, возникает запрещенная зона в окрестности собственной частоты колебаний ребер. В продольной волне сжатия-растяжения ( $a$ ) с приближением к собственной частоте ребер появляется поперечная компонента смещения и уменьшается скорость распространения. Запрещенная зона для этой волны находится в окрестности второй частоты собственных колебаний ребер. На дисперсию волн в упругой периодической структуре существенно влияет динамическая жесткость ребер в области частот их собственных колебаний. Такую структуру, период которой меньше длины распространяющейся волны, можно рассматривать в области резонансных частот ребер, как одномерный “метаматериал” для упругих волн.

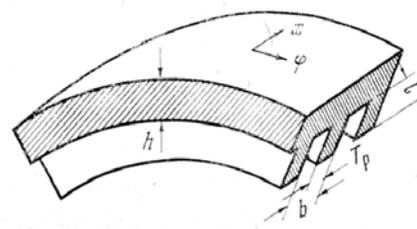


Рис.1. Сечения цилиндрической оболочки с ребрами

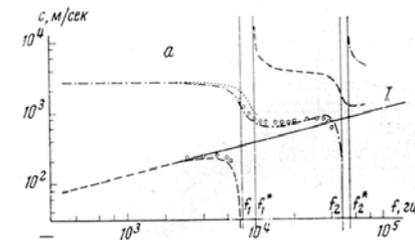
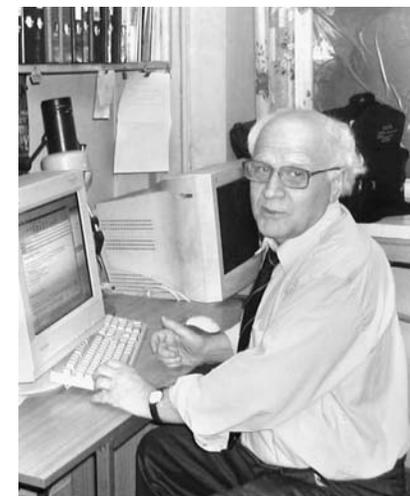


Рис.2. Дисперсия упругих волн в стержне с ребрами: изгибной ( $I$ ) и продольной ( $a$ )

В акустике периодическая структура с запрещенной зоной для упругих волн получила название “фильтра-пробки”, в оптике такая структура называется “фотонным кристаллом”, в СВЧ — электронике — “замедляющей системой”. Волновая аналогия между цепочкой из упруго связанных масс и электрическим фильтром нижних частот лишь кратко упоминается в учебном пособии М.Б. Виноградовой, О.В. Руденко, А.П. Сухорукова “Теория волн”, изданном в 1979 году. С развитием узких научных направлений в физике нельзя забывать в учебном процессе об общих закономерностях в природе, в частности, о единстве волновых процессов независимо от их физической природы.



Профессор В.П. Кандидов

## О НЕКОТОРЫХ ИТОГАХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В этом году исполняется 25 лет со времени введения в действие закона Российской Федерации «Об образовании». Оглядываясь назад, видишь глубочайшие изменения фундаментальных устоев высшей школы, сопровождавшиеся ломкой сложившихся стереотипов поведения, характера личностной направленности деятельности профессорско-преподавательского состава, студентов, администрации вузов, т.е. всех субъектов образовательной деятельности. Поэтому возникает настоятельная необходимость обсудить особенности реформирования отечественной высшей школы и её нынешнее состояние.

Советская система высшего образования, которая стала стартовой площадкой для коренных изменений образовательной сферы, расценивалась идеологами реформ как высоко затратная и недостаточно эффективная. Особо подчеркивалось, что специальности высшего образования были дробными, а образовательные программы — узкоспециальными. Однако подобные соображения служили всего лишь «присказкой» к началу образовательной реформы, тогда как действительным основанием стал глобальный переход хозяйственного комплекса страны от плановой к рыночной экономике. Такой переход требовал построения адекватной системы образования, которая была бы конкурентоспособной, т.е. соответствовала бы новому экономическому укладу. Естественно, при этом декларировалась необходимость строить более экономичную и менее затратную образовательную систему. Всеобщность, бесплатность и фундаментальность высшего образования начали трактоваться как признаки нерентабельности образовательной деятельности. Рентабельной же была признана подготовка системой высшего образования «квалифицированных потребителей», а «ключевой компетенцией», которую она должна была формировать — «умение жить в гражданском обществе». Началось внедрение системы ценностей, ориентированных на материальные и потребительские стандарты, приспособливающие систему образования к законам рынка. Терялся «человекообразующий» или «человекоформирующий» смысл образования. Именно тогда была утрачена воспитательная функция высшей школы, восстановление которой начались лишь в последнее время.

Стала ли обновлённая система высшего образования менее затратной и более эффективной? Скорее всего, нет, хотя бы потому, что после окончания вуза порядка 50% выпускников трудоустраиваются по специальности, не соответствующей полученному диплому.

Необходимо помнить и о том, что эффективность системы образования определяется не только экономическими показателями, отражающими роль образования в приросте национального дохода, получаемого благодаря подъё-

му образовательного и квалификационного уровня работников сферы материального производства. Не менее значимую роль имеет социальная составляющая эффективности образования, которая ориентирована на максимальное использование образования как фактора социального развития общества.

Может, за эти годы произошло расширение доступности к качественному образованию? Судя по всему — нет, ведь по оценкам Минобрнауки РФ в настоящее время качественное высшее образование доступно только 17% студентов.

В качестве опорных направлений модернизации отечественной системы высшего образования были определены: активное интегрирование в международное образовательное пространство и переход сферы образования к рыночным отношениям. Интенсивное включение отечественной системы высшего образования в международное образовательное пространство следует относить к 90-м годам XX — началу XXI вв. Примерно в эти же годы в сфере образования стартовал переход к рыночным отношениям. Отечественная система образования встала фактически на путь утраты национальных образовательных приоритетов и построения системы высшего образования по западному образцу.

Прежде всего, это форсированное внедрение многоуровневой структуры высшего образования. Её распространение на Россию в «болонском» контексте имело вполне прагматичную основу. Это отбор, практически со студенческой скамьи, наиболее способных, получивших в российских вузах высшее образование бакалавров и магистров, в западные университеты по максимально упрощённой процедуре «перекачки мозгов». Одновременно последовало позиционирование высшего образования как образовательной услуги. Началась коммерциализация высшей школы России, которая превратилась в итоге в коммерциализацию знаний, сопровождаемую изменениями во всех сферах деятельности вузов.

В результате реформ, наряду с образовательной программой специалиста (специалитет), в полном соответствии с «болонскими требованиями» была сформирована новая структура высшего образования как последовательность основных образовательных программ, включающая три уровня: бакалавриат, магистратуру и аспирантуру. На каждом из них законодательно были приняты единые сроки освоения образовательных программ, независимо от области знания и направления подготовки. Какие преимущества ожидалось при переходе на бакалаврские программы по сравнению с программами подготовки специалистов? Предполагалась замена узкопрофильных программ подготовки специалистов широкими направлениями подготовки бакалавров, интегрирующими родственные специальности, что могло обеспечить усиление общеобразовательной и общепрофессиональной составляющей образовательных программ, и тем самым — подготовку выпускника высшей школы как широко образованного человека, готового к выбору профессии в определённом диапазоне возможностей.

Последнее особенно важно в условиях рынка, когда зачастую возникает необходимость смены вида профессиональной деятельности.

В последние годы в структуре высшего образования появился прикладной бакалавриат, который ориентирован на подготовку специалистов среднего звена, в проекте — создание практико-ориентированной магистратуры. Процесс обучения на этой образовательной программе непосредственно связывается с будущей профессией и усвоением знаний на практике. При этом высшее образование теряет свои родовые свойства: системность, фундаментальность, научность.

В настоящее время в результате придания аспирантуре статуса образовательной программы в силу неоднозначности принимаемых организационно-методических решений она стала восприниматься как некая квазимагистерская программа, дополнительная к уже имеющейся. В этих условиях единственным выходом, обеспечивающим сохранение аспирантуры в её традиционном формате, могло бы быть интегрирование магистерских и аспирантских образовательных стандартов, по меньшей мере, академической направленности, в единые ФГОС с 5–6-летним сроком обучения. Некоторое время тому назад были приняты разные сроки обучения в аспирантуре по различным научным специальностям. И это правильно. Однако при переводе аспирантуры в статус образовательной программы этого мало. Появление образовательной составляющей в аспирантуре создает у аспирантов на первом году обучения видимость занятости, особенно у той их части, которые пришли в аспирантуру со студенческой скамьи. Тем самым фактически сокращается время на выполнение квалификационной научно-исследовательской работы — кандидатской диссертации.

В связи с внедрением в учебный процесс болонских образовательных форматов получило распространение модульное построение учебных планов образовательных дисциплин. В них появились базовые дисциплины, вариативные дисциплины и пр., приняты нормативы, определяющие объём аудиторных занятий, которые составляют лишь небольшую часть общей трудоёмкости изучаемой дисциплины. Произошел переход от аудиторных (теперь “контактных”) часов к часам общей трудоёмкости при оценке значимости и объёма той или иной дисциплины в учебном плане, появились новые нормативные понятия: «самостоятельная работа студентов», «научно-исследовательская работа магистрантов». При этом следует заметить, что алгоритм исчисления нагрузки преподавателей сохраняется прежним, прежними остаются и нормативы её исчисления, что приводит к существенному увеличению фактической нагрузки преподавателей. При этом возрастает количество документации, относящейся к образовательному процессу (студенческие и аспирантские портфолио, учебно-методические комплексы, фонды оценочных средств и др.). В результате перечисленных выше новаций организация учебного процесса в высшей школе изменилась коренным образом. В лучшую ли сторону — покажет будущее.

В последние годы в системе образования активно внедряются рейтинги различных видов с целью формализованной оценки возможностей вуза обес-

печатить выпускникам высокое качество знаний, навыков и умений. Однако чаще всего они используются как инструмент «конкурентной борьбы» вузов за дополнительное бюджетное финансирование. При этом, к примеру, «мониторинг эффективности» российских вузов ведётся по набору показателей, значения критериальных порогов которых плохо выверены, и, что не менее важно, не касаются направлений высшего образования, которые будут востребованы в будущем и на которые вузы должны бы ориентироваться в первую очередь. Всё это ведет к нарастанию симуляционной составляющей в работе вузов, в том числе — к имитации научной публикационной активности, появлению индустрии мошенничества по размещению статей в журналах, индексируемых в Web of Science, Scopus и РИНЦ, а также в «трудах» международных научных конференций. Для многих работников высшей школы — это вынужденные действия: «публикуйся или останешься без заработной платы».

Длительное время Минобрнауки РФ возлагало особые надежды на реструктуризацию массива вузов как инструмент повышения эффективности высшего образования. Однако складывается ощущение, что борьба за повышение эффективности при помощи такого подхода содержит в себе внутреннее противоречие: вследствие повышенного внимания к экономической эффективности высшего образования происходит подавление её социальной составляющей, что логично ведёт к ограничению его доступности. При этом возникает явление так называемой иерархической сегрегации. Её появление в высшей школе приводит к качественным различиям получаемого студентами образования в вузах, находящихся на разных уровнях иерархии. В общем случае образовательная сегрегация поддерживается либо дифференциацией массива вузов в рамках одной и той же профессиональной группы, либо удержанием части вузов на более низких уровнях бюджетного и пр. обеспечения. При этом происходит нарастание неоднородности системы высшего образования, снижающее социальную значимость высшей школы, ограничивающее её роль в качестве «социального лифта».

Особое внимание сегодня обращено на расширение сотрудничества вузов и бизнеса. Зачастую оно ведёт к концептуальным изменениям содержания основных образовательных программ высшей школы, когда происходит выхолащивание фундаментальной компоненты высшего образования. При этом одной из тенденций стало привлечение работодателей к разработке образовательных программ и включение представителей компаний непосредственно в процесс преподавания. В качестве инструмента принято решение об актуализации ФГОС на основе профессиональных стандартов. Однако такой шаг имеет смысл лишь, когда сложился «нормальный» рынок труда, с чётко обозначенными и выверенными кадровыми потребностями.

Особенно непростая ситуация складывается с подушевым финансированием, как одним из механизмов бюджетирования вузов, когда одновременно с увеличением норматива растёт соотношение студент–преподаватель (пока 10:1, а в будущем 12:1). Очевидно, что увеличение норматива подуше-

вого бюджетного финансирования (установление базовых нормативных затрат на одного студента) приведёт к уменьшению числа контрактных студентов, поскольку цена контракта не может быть ниже расходов на обучение «бюджетного» студента. Уровень жизни не поспевает за этими изменениями, поэтому часть молодёжи будет вынуждена отказаться от получения высшего образования. Стоит ли говорить о том, что идея подушевого финансирования вузов была изначально ущербной. Она лишила вузы возможностей формировать качественный контингент студентов и отрицательно сказалась на качестве подготовки выпускников. Более того, как сегодня стало понятно, дифференциация вузов и целевая бюджетная поддержка отдельных категорий университетов фактически поставила крест на первоначальном проекте финансовой реформы высшей школы.

Необходимым условием успешного функционирования высшей школы является формирование благоприятной внешней профессиональной среды, когда развитие вузов идёт параллельно развитию экономических центров. В противном случае все остальные меры внутри системы образования будут носить искусственный характер. Ярким примером такой стратегии является программа 5–100. Предположим, что в итоге многие ФУ, НИУ и опорные университеты войдут в первую сотню ведущих мировых университетских рейтингов. Поскольку основу такого вхождения составляют в большинстве своем академические критерии, не затрагивающие ключевые вопросы развития отечественной системы образования, то как это скажется на развитии экономики страны? Конечно, в гонке за лидерами есть рациональное зерно, но ведь хорошо известно, что догоняющее развитие редко бывает эффективным. И самое главное: насколько правильно определён вектор развития?

В целом, переход высших учебных заведений на новые принципы функционирования ориентирован на достижение «самокупаемости». При этом избыточность содержания образовательных программ по отношению к будущей профессии, которая раньше имела место в течение длительного времени, воспринимается в настоящее время как nepозволительная «советская роскошь». В условиях рыночной экономики образовательные программы, исповедующие «принцип избыточности», становятся нежизнеспособны; они считаются слишком затратными. Студент, который пришёл получить профессию, обучиться определённому ремеслу, не готов выкладывать деньги за то, что в обозримом будущем ему не понадобится. Рынок реагирует аналогичным образом.

Главный итог уходящего 25-летия заключается в том, что отечественная система высшего образования сохранилась, продолжает жить и работать, несмотря на многочисленные потери в результате непродуманных реформ, проводимых в режиме проб и ошибок. Если в системе образования нет желаемых изменений, то это означает, что реформируется в ней не то и не так. Причина тому — отсутствие долгосрочной национальной стратегии развития

высшего образования, обеспечивающей осуществление общих целей укрепления страны, развитие её экономики, социальной сферы, приумножение достижений национальной культуры, дальнейшие качественные изменения в жизни общества.

Мнение широкой научно-педагогической общественности, видящей «плоды» реформирования системы высшего образования изнутри, должно стать ключевым основанием корректировки курса образовательных реформ. Без учёта мнения профессорско-преподавательского сообщества высшей школы дальнейшее продвижение образовательных реформ в позитивном направлении вряд ли возможно.

Текущий этап модернизации высшей школы вызывает не меньше вопросов. Минувшей осенью Министр образования и науки РФ О.Ю. Васильева сообщила о вероятности возвращения в вузы специалитета при обучении на некоторых специальностях. Она признала, что переход на Болонскую систему образования за одно десятилетие был успешным и привел к ошибкам. В частности, было отмечено: «Спорным моментом является и прикладной бакалавриат. Сегодня нет единого мнения насчёт необходимости его повсеместного введения. Например, для педагогов». В том же духе выдержано и выступление ректора МГУ им. М.В. Ломоносова В.А. Садовничего на III Конгрессе «Инновационная практика: наука плюс бизнес»: «Не удержусь и еще раз скажу. Я считаю допущенной нами ошибкой переход на четырёхлетнее образование в высшей школе. Сейчас идут всякие стандарты три +, три ++, которые теряют в своем основном направлении предмет изучения, становятся слишком общими. Я считаю, что мы должны учить пять лет, шесть лет, как сделали ведущие западные университеты».

На наш взгляд, в основу обновлённой образовательной политики следует положить консолидированную последовательность согласованных политических, экономических, управленческих, организационно-методических действий по формированию современной образовательной системы. Конструктивное сопряжение образовательной реформы с решением общегосударственных проблем, несомненно, будет способствовать формированию консенсуса интересов в сфере государственной образовательной политики России. Возможно, с этого и следовало бы начинать подлинное обновление системы отечественного образования. Полностью статья опубликована в журнале «Высшее образование в России». 2017. № 6. С. 5–15.



*Заслуженный работник высшей школы,  
профессор В.С. Сенашенко*

75 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД: АВГУСТ 1942



СТАЛИНГРАД



23 августа 1942 года — трагическая дата в истории Сталинграда. В этот день фашистские самолеты-бомбардировщики совершили более 2000 самолетовылетов на город. Самолеты шли группами по 30–40 машин. Широко ис-

пользовались зажигательные бомбы. В городе кроме местных жителей (600 тысяч), скопилось около 400 тысяч беженцев. Только часть из них была эвакуирована заранее. Жаркая погода, масса деревянных построек, большое количество нефтепродуктов в городе способствовали возникновению страшных пожаров. Горели деревянные дома, горели нефтяные хранилища и заводы, горела земля, горели люди. Плавился асфальт, в ряде мест по улицам текла горящая нефть. На улицах от пожаров стояла такая жара, что на людях возгоралась одежда. Щели и подвалы не спасали от огня. Пожары тушить было невозможно, потому что водопровод не работал. Немцы отрезали главный водоподъемник города, он был выведен из строя. А на окраинах города шли бои. Погибло более 40 тысяч мирных жителей, были уничтожены основные промышленные объекты, пристань. Фактически город был уничтожен. Под непрерывными бомбежками происходила эвакуация населения на левый берег Волги, в основном малыми судами, которые были беззащитны от налетов самолетов. За полтора месяца было эвакуировано около 400 тысяч человек.



23 августа ситуация осложнялась тем, что к северной части города прорвались танки 169-й танковой дивизии врага, и зенитки использовались для борьбы с танками. Судьба города в буквальном смысле слова висела на волоске. В Берлине по указанию Геббельса были зарезервированы первые полосы газет для помещения информации о падении Сталинграда. По ра-

дио предупреждали, что в ближайшее время будет передаваться важное сообщение.

Десятки немецких танков 16-й танковой дивизии появились в районе Тракторного завода, в полутора километрах от заводских цехов.

Но на пути танков стояли батареи 1077-го зенитного полка, рабочий батальон и 3 танка. Особенностью зенитного полка было то, что он почти целиком состоял из девушек. Средний возраст — 18 лет. Зенитный полк был создан только в начале 1942 года. Подавляющую часть его личного состава составляли девушки-добровольцы. На вооружении полка были 37-мм и 85-мм зенитные пушки, которые можно было использовать для борьбы с бронетехникой врага.

#### ЗЕНИТКИ БИЛИ ПРЯМОЙ НАВОДКОЙ.

У стен Тракторного завода началась смертельная схватка. Пошла череда танковых атак, за танковыми атаками следовали налеты самолетов — пикирующих бомбардировщиков и истребителей. Однако зенитчицам было приказано огня по самолетам не открывать — снаряды предназначались для танков. Почти два дня длился неравный бой. Фашисты потеряли 83 танка, но были уничтожены и все наши 37 зениток. Полностью истреблен был рабочий батальон, прикрывавший позиции зенитных расчетов.



Почти все юные зенитчицы погибли в этом бою. Но танки врага не вошли в Сталинград.

Девочки, ценой собственной жизни, спасли Сталинград.

Такова цена победы.

Командующий немецким танковым корпусом генерал Виттерсгейм посетил место боя. Увиденное произвело на него неизгладимое впечатление: объясняя причину неудачи танковой атаки, он заявил командующему 6-й армией генералу Паулюсу о невозможности дальнейшего продвижения. Генерала отстранили от должности...

#### Интернационализм

Рубен Руис Ибаррури. Испанец, баск. Сын знаменитой революционерки, Председателя Коммунистической партии Испании Долорес Ибаррури. В 1935 году после ареста матери выехал вместе с другими детьми в СССР. Был учеником в ПУ, жил и воспитывался в семье старых большевиков Лепешинских. С началом Гражданской войны в Испании Рубен отправился воевать в составе испанской интернациональной бригады. Сержант Ибаррури воевал в Каталонии в составе горной роты. После отступления республиканцев во Францию был интернирован, но бежал из лагеря и вернулся в СССР.



Но фашистская Германия неминуемо должна была напасть на СССР, и Рубен изъявил желание вступить в ряды Красной Армии и поступил в Училище имени Верховного Совета РСФСР. По окончании училища, в 1940 году младший лейтенант Р. Ибаррури был назначен командиром пулеметного взвода 75 стрелкового полка Московской Пролетарской стрелковой дивизии.

В начале июля 1941 года командир пулеметной роты Рубен принимает участие в боях под Борисовым. В течение шести часов его рота удерживает мост через Березину. После уничтожения последнего пулемета остатки роты отбивались от танков фашистов гранатами. Здесь Ибаррури был тяжело ранен и благодаря счастливой случайности эвакуирован. За проявленный героизм он был награжден орденом Красного Знамени.

Не долечившись, Ибаррури оставляет госпиталь в Уфе и уезжает в Москву, где получает назначение в 35 Гвардейскую стрелковую дивизию.

5 августа 1942 года дивизия прибыла под Сталинград, на подступах к которому шли в те дни ожесточенные бои. Сложная обстановка сложилась недалеко от станции Котлубань, где фашисты стремились прервать сообщение со Сталинградом. Остановить и задержать здесь врага должна была

35 Гвардейская стрелковая дивизия. На рубеж развертывания, был выдвинут передовой отряд, в состав которого вошла пулемётная рота под командованием Рубена. Командир отряда был убит и Ибаррури принял командование отрядом на себя. Отряд отразил шесть атак врага, 23 августа Рубен получил тяжелое ранение, и 3 сентября, уже в госпитале его не стало.

Указом Президиума Верховного Совета СССР Рубена Ибаррури посмертно наградили медалью «За оборону Сталинграда», ему было присвоено звание Героя Советского Союза. Рубен Руис Ибаррури похоронен на площади Павших Борцов в братской могиле в центре Сталинграда.

Стоит отметить, что Рубен, пользуясь своим привилегированным положением, мог вообще не принимать участия в боевых действиях. Он мог бы бороться с фашизмом в Ташкенте или Перми — там тоже было много работы. Но он поступил так, как велела совесть интернационалиста, как поступали его ближайшие друзья, дети высокопоставленных родителей — сын Фрунзе, Тимур, погибший в воздушном бою, сыновья Микояна — Степан, Владимир (погиб в небе Сталинграда), Евгения — дочь Кирова, единственная женщина, командовавшая танковой ротой (!!!) в Великой Отечественной войне.

Как известно, яблоко от яблони недалеко катиться. Это хорошо видно и в наши дни.

### **Бой у станицы Кущёвской классическая атака в конном строю — казачья лава**

В последнее время станица Кущёвская пользуется дурной славой. Но в истории российского казачества бой у станицы Кущёвская 2 августа 1942 года является одной из самых ярких страниц. Это была крупнейшая классическая атака в конном строю во время Второй мировой войны и блестящая тактическая победа, остановившая на несколько дней продвижение немецких войск на Кавказ. Однако это была не только тактическая победа — задержка врага на этом направлении решала и важнейшую стратегическую задачу — эвакуацию и уничтожение Майкопских нефтепромыслов. Кущёвская атака и другие оборонительные бои дали возможность выиграть время для выполнения этого.

Это сражение дало еще одно важное последствие, о котором не принято говорить. Оно отрезвляющее подействовало на гитлеровцев, которые возлагали надежды на пособничество российского казачества. Действительно, в начальный период войны фашистам удалось привлечь на свою сторону часть казачества, польстившуюся на обещания создать независимое казачье государство. Мобилизующую и отрезвляющую роль эта атака сыграла и на колеблющуюся часть казачества.

Кущёвская атака развеяла иллюзии — основная часть казачества верой и правдой служила советской Родине и поэтому с полным основанием казаки прошли на Параде Победы в 1945 году по Красной площади.

23 июля 1942 года войска 17-й армии вермахта снова заняли Ростов-на-Дону и начали наступление на юг Кубани. Войскам Северо-Кавказского фронта была поставлена задача: любыми средствами задержать противника. 30 июля 91-й стрелковый полк и части 4-й горнострелковой дивизии вермахта «Enzian» вышли к станице Кущёвской. При этом горным стрелкам удалось захватить плацдармы, угрожавшие с флангов 216-й стрелковой дивизии, которая удерживала станицу. На следующий день упорные бои у Кущёвской продолжались, но к концу 31 июля последние наши подразделения оставили Кущёвскую. С наступлением ночи к станице подошли казаки 15-й Донской кавалерийской дивизии, входившей в состав 17-го Кубанского казачьего корпуса, которые пытались с ходу выбить противника из станицы, но атака была отбита. Создавшееся положение было крайне опасным для отступающих советских войск. Для восстановления положения 1 августа командование Северо-Кавказского фронта решило ввести в бой свежую 13-ю кавалерийскую дивизию, тоже входившую в состав 17-го Кубанского казачьего корпуса.



Казачьи эскадроны в ночь с 1 на 2 августа скрытно заняли исходное положение в полутора-двух километрах от станицы

17-й корпус был необычным соединением: он не только формировался из казаков, но в него записывались добровольцами казаки непризывного возраста, 17-летние юноши и мужчины после 45 лет, но имевшие богатый боевой опыт.

Рано утром казачьи полки были готовы к атаке. Ставка делалась на неожиданность, поэтому артиллерийскую подготовку не проводили. Половину расстояния до противника казаки прошли шагом, затем перешли на рысь, а метров с четырехсот перешли в галоп. Их встретил запоздалый шквальный огонь, но уже никакие потери казаков, летящих на врагов, не могли остановить казачью лаву.

Паника у врага была страшная, по самым скромным подсчетам в ходе атаки казаки зарубили более полутора тысяч немецких солдат и офицеров, и около трехсот захватили в плен. Казачья лава рассыпалась по улицам станицы, что дало передышку и позволило немцам организовать контратаку. Бронетехнику фашистов встретил прямой наводкой кавалерийский артдивизион. В условиях близкого контакта с противником немцам невозможно было использовать самолеты. Очистив улицы, казаки снова пошли в атаку, они приближались вплотную к бронетехнике и на скаку забрасывали машины гранатами и бутылками с зажигательной смесью.



Со стороны хутора Большая Лопатина прибывали все новые подразделения врагов. Но тут в бой вступили подразделения отдельной Майкопской танковой бригады. Наши танки появились во-время, и они решили исход сражения.

В ходе боев с превосходящими силами противника казачий кавалерийский корпус понес тяжелые потери, но приказ был выполнен, враг был задержан.

27 августа 1942 корпус стал гвардейским.

Это не единственный случай использования кавалерии в Великой Отечественной войне. Конники Доватора и Белова успешно действовали в 1941 году, в том числе под Москвой зимой 1941–1942 г.

Во время Сталинградской битвы три кавалерийских корпуса удерживали внешний фронт кольца окружения. И не просто удерживали, а вели тяжелейшие бои.

В ноябре 1942 года в ходе Сталинградской битвы произошёл последний случай боевого применения кавалерии в конном строю. Это сделал 4-й кавалерийский корпус под командованием генерал-лейтенанта Тимофея Тимофеевича Шапкина. Первоначально планировалось, что коноводы, как обычно отведут лошадей в укрытие, а кавалеристы в пешем строю атакуют румынские части. (Именно так действовала кавалерия в большинстве случаев во время войны. Кони — это, прежде всего, средство повышения мобильности). Однако артподготовка оказала на румын такое деморализующее воздействие, что они в панике побежали. Это была их роковая ошибка. Тут-то и пригодились кони. Румын догнали ... и три румынских полка были полностью порублены. Потери корпуса были минимальными — около 20 человек убитыми и 40 ранеными.

Начиная с 1943 года кавалерийские корпуса часто используются вместе с танками — создаются конно-механизированные группы. В 1945 г. число кавалерийских корпусов достигает 7, как в 1938, а в 1941 их было 4.

Следует отметить, что кавалерия применялась и захватчиками, например, под Сталинградом осенью 42 года успешно действовал итальянский кавалерийский полк «Савойя». Но о своих победах пусть пишут итальянские фашисты. К весне 43 года личный состав этого элитного полка был полностью уничтожен.

*Показеев К.В.*

## СОДЕРЖАНИЕ

Поздравление декана физического факультета профессора Н.Н. Сысоева с новым учебным годом.....	2
Традиции и развитие физического факультета МГУ 2012–2017 гг.....	3
Поздравляем Николая Ивановича Шакуру с присуждением Государственной премии РФ в области науки и технологий! .....	21
Конкурс «Молодой Преподаватель и молодой Ученый года физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова 2017» .....	22
Люблю физфак! .....	25
Мой первый выпуск бакалавров магнитологов!.....	26
Программа «Физика нейтрино» — к 60-летию осцилляций .....	29
Гибкая электроника: настоящее и будущее .....	35
«Фотонные кристаллы» в подавлении гидроакустических шумов.....	42
О некоторых итогах реформирования отечественной системы высшего образования .....	44
75 лет тому назад: август 1942 .....	50
Содержание .....	58

**Главный редактор К.В. Показеев**

**Электронный вариант газеты  
«СОВЕТСКИЙ ФИЗИК»  
смотрите на сайте факультета, страница  
<http://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys>**

**Ваши замечания и пожелания  
просьба отправлять по адресу  
[sea@phys.msu.ru](mailto:sea@phys.msu.ru)**

Выпуск готовили:  
Е.В. Брылина, Н.В. Губина, В.Л. Ковалевский,  
Н.Н. Никифорова, К.В. Показеев,  
Е.К. Савина.

Фото из архива газеты «Советский физик»  
и С.А. Савкина. . 28.08. 2017.  
Заказ \_\_\_\_\_. Тираж 60 экз.

**Отпечатано в Отделе оперативной печати  
физического факультета МГУ**