



СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ НАУКИ	1
КОНКУРСЫ	18
ПРЕМИИ / НАГРАДЫ	20
ДИССЕРТАЦИИ	22
УЧЕНЫЕ ФИЗФАКА МГУ	23
ФИЗФАК — ШКОЛЕ	27

Бюллетень «НОВОСТИ НАУКИ»
© 2014 Физический факультет МГУ
Под ред. Н.Н. Сысоева, В.Н. Задкова,
А.А. Федянина, Н.Б. Барановой

Дизайн и верстка: И.А. Силантьева
Фотограф С.А. Савкин

Подписано в печать 20.11.14 Тираж 500 экз.

Заказ №

Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова,
119991, Москва ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии МГУ имени М.В.Ломоносова



О ПРОЕКТЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОЛИНЫ «ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ»

Интервью редакции бюллетеня «Новости науки» физического факультета МГУ с проректором Московского университета по научной работе, заместителем декана физического факультета, профессором Андреем Анатольевичем Федяниным.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОЛИНА МГУ



НН: Андрей Анатольевич, расскажите нашим читателям, что такое технологическая долина «Воробьевы горы», создаваемая в МГУ?

А.А. Федянин: Давайте в начале нашей беседы обозначим разницу между проектом технологической долины и технопарком. Технопарки, например «Научный парк МГУ», — это известная система трансфера технологий, связанная с развитием малых инновационных предприятий, которые занимаются разработкой технологий и выпуском высокотехнологической продукции, прежде всего наукоемкой, в идеале связанной с или основанной на разработках ученых МГУ. «Научный парк МГУ» — это отдельное «юридическое лицо», которое находится на территории университета, учредителем которого является университет, но при этом «Научный парк МГУ» является организацией, независимой в своей деятельности от МГУ.

Технологическая же долина «Воробьевы горы» — это проект существенно более широкий, стратегический и амбициозный.

Аналогов технологической долины в нашей стране нет, и поэтому здесь следует пояснить сам подход, который формировался при создании программы технологической долины «Воробьевы горы».

НН: Расскажите, пожалуйста, подробнее о проекте создания на новой территории МГУ технологической долины «Воробьевы горы», в чем ее основные особенности и преимущества по сравнению со многими другими технопарками России, в частности, технопарком «Сколково» и с успешно работающим технопарком МГУ?

А.А. Федянин: Долгие годы, еще в СССР, существовали большие сегменты прикладной, внедренческой и отраслевой науки — т.е. работала система институтов или структур в рамках министерств или ведущих предприятий. Они и создавали новые технологии и приборы, т.е. практические результаты на основе фундаментальных разработок ученых, из университетов (система высшего образования) или сотрудников научных учреждений в системе РАН. Существовал целый класс предприятий, исследовательских институтов прикладной науки внедренческого характера. Но в 90-е годы, когда с нашей страной происходили все известные нам потрясения, вся внедренческая, прикладная наука была, по сути, разрушена. Это привело к тому, что в нашей стране есть две «точки роста»: с одной стороны, у нас есть очень мощная фундаментальная наука, которая сейчас сконцентрирована в университетах и в институтах РАН, а с другой стороны — есть компании, крупные компании, в том числе и Госкорпорации, которые нуждаются в новых технологиях. И между этими двумя направлениями существует разрыв, практически, провал. И задача технологической долины «Воробьевы горы» — в той или иной мере этот разрыв ликвидировать.

Идея такова. На факультетах МГУ в рамках научной работы профессоров, преподавателей, научных сотрудников, выполнения аспирантских и даже студенческих работ возникают определенные фундаментальные знания, которые могут быть при определенных условиях реализованы и найти практический выход. Давайте же создадим структуру, которая позволит такого рода разработкам довольно быстро трансформироваться в реальный продукт, который будет востребован инновационной экономикой новой России.

Для этого нужна «площадка», где фундаментальные разработки могли бы быть реализованы на практике «в железе» в довольно короткий исторический срок — в три, в четыре, в пять лет. То есть, по сути, мы создаем площадку, на которой можно будет фундаментальные идеи трансформировать в макет, в прототип технологии, в малую серию новых изделий, новых продуктов, новых материалов, которые потом можно передавать уже как готовую технологию тем или иным предприятиям. Это могут быть и предприятия с государственным участием, или даже частные предприятия — это не важно. Важно, что в МГУ фундаментальные разработки трансформируются в прикладные.

Таким образом, технологическая долина — это не совокупность ООО, малых предприятий, которые должны «сесть» на этой территории, начать что-то производить, а это

именно часть кампуса, часть структуры МГУ, направленная на практическую реализацию разработок его сотрудников. В этом основное отличие проекта технологическая долина от известных проектов, довольно успешно реализуемых в России, например, в технопарке «Сколково» или Научном парке МГУ, который был одним из первых научных парков в России и сейчас является очень активно и успешно работающей структурой.

НН: Какие направления науки и технологий планируются для развития в технологической долине «Воробьевы горы»? Есть ли перспективы в сфере создания технологий двойного назначения при взаимодействии с ВПК?

А.А. Федянин: Если говорить о направлениях наук и технологий, которые планируется развивать на территории технологической долины, то они связаны прежде всего с теми современными, перспективными направлениями развития и модернизации экономики нашей страны, где наши разработки могут быть востребованы.

В первую очередь, это кластер, связанный с развитием биотехнологий. Или, как мы сейчас его называем, биомедицинских технологий, биомедицинский кластер.

Во-вторых, это кластер IT-технологий, включая супервычислитель. Именно на территории технологической долины будет запущен новый супервычислитель, который позволит решать многие междисциплинарные задачи, в том числе и в рамках наук о жизни, в области медицины, создания новых лекарств и т.д.

Там же будет и кластер, связанный с созданием новых материалов и новых технологий в области машинного инжиниринга. Возможно, и технологий, которые обеспечивают повышение обороноспособности страны, поскольку сейчас проблема импортозамещения развитых технологий, в т.ч. двойного назначения, и замещения этих технологий отечественными разработками — это одна из приоритетнейших задач, стоящих и перед экономикой и перед научным сообществом страны.

Несомненно, там будет кластер наук о жизни, поскольку это направление одно из самых приоритетных в современной России.

Планируется, что там будут кластеры, связанные с гуманитарной сферой. Возможно, в виде какого-то форума для того, чтобы представители различных гуманитарных направлений могли бы общаться и обмениваться своими идеями.

Скорее всего, там будет и музейное пространство.

Таким образом, проект технологической долины — это не просто корпуса, в которых будут стоять станки и изготавливаться опытные приборы, но и не офисные здания, в которых будут сидеть «белые воротнички» и работать за компьютерами. Это — действительно инновационный кластер для развития новых технологий, которые создаются в Московском университете.

Важно отметить, что в рамках технологической долины предлагается еще и большая социальная кампания — там уже сейчас строятся здания общежития, а в противоположной части технологической долины идет активное стро-

ительство лица для одаренных детей. Таким образом, в рамках технологической долины будут реализованы все возможности для молодого поколения из всех уголков нашей необъятной страны. Здесь есть возможность получить хорошее образование, реализовать себя и как ученого, и как «инноватора».

Важно еще раз подчеркнуть, что проект технологической долины неразрывно связан с основными факультетами Московского университета. Подразумевается, что основным направлением его деятельности будет развитие тех фундаментальных работ и открытий, которые делаются на факультетах и в институтах МГУ, и доведение их до опытного производства, до макетов, прототипов и технологий. Это также означает, что в рамках технологической долины появятся новые рабочие места для выпускников университета.

По сути технологическая долина становится следующей ступенью за аспирантурой. Это — некая область, в которой на основе междисциплинарных взаимодействий различных ученых с различных факультетов МГУ могут быть реализованы и созданы новые технологии.

НН: Каковы источники финансирования реализации проекта технологической долины «Воробьевы горы»? Каковы его стадии и когда он будет реализован?

А.А. Федянин: Если говорить про источники финансирования, сейчас идет довольно активная дискуссия по этой тематике, рассматриваются те или другие формы. Идет активное общение с дизайнерами, для того, чтобы создать единый комплекс технологической долины, а не просто механический набор зданий. Таким образом, взаимная увязка всего комплекса зданий в некий единый живой организм — это сейчас то, что стоит на повестке дня. Представляется, что большая часть, или существенная часть финансирования, будет взята за счет внебюджетных источников, в том числе, за счет заказов крупных госкорпораций, которые могли бы быть заинтересованы в реализации и внедрении определенных технологий, новых машин, материалов в свою деятельность.

НН: Как известно, многие технопарки в России являются неэффективными. В связи с этим вопрос: каковы объективные количественные показатели успешности работы технопарка или технологической долины?

А.А. Федянин: Какие объективные количественные показатели успешности работы технологической долины? Я бы не говорил «работы технопарка или технологической долины», позвольте здесь еще раз подчеркнуть, что технологическая долина ни в коем случае не является технопарком. Это совсем другой подход. Технопарк — это просто площадка, на которую приходят внешние компании, иногда созданные с участием Московского университета, иногда — полностью независимые, для реализации каких-то задач. А технологическая долина — это часть кампуса, часть Московского университета, в которой будут работать сотрудники, преподаватели, студенты и аспиранты МГУ, естественно, с привлечением ученых и из других органи-

заций: коллег из сферы внедрения разработок в промышленность и т.д. Но, тем не менее, — это часть МГУ. Несомненно, что успешное развитие технологической долины должно оказать позитивное влияние на рейтинг и престиж МГУ на международном рынке образования, поскольку многие ведущие зарубежные университеты имеют возможность превращения своих фундаментальных разработок в практический продукт. Но основной акцент делается не на повышение рейтинга, а на развитие тех технологий, которые нужны сегодняшней России, с тем, чтобы ответить на те сложные вызовы, которые сейчас стоят перед страной. А также на реализацию того огромного интеллектуального потенциала, который есть в России и который так сильно сконцентрирован в МГУ.

Поэтому успешная реализация стратегии, связанной с технологической долиной «Воробьевы горы», будет крайне полезна для нашей страны.

НН: На открытии Фестиваля науки наш ректор, В.А. Садовничий, говорил в своем докладе о проекте технологической долины «Воробьевы горы», что вполне естественно, т.к. это глобальный проект МГУ на ближайшие годы. Он упомянул, что в технологической долине будут сделаны «гаражи», как он их назвал, для молодых сотрудников, даже для студентов. Вы не могли бы это пояснить?

А.А. Федянин: Во-первых, что такое «гаражи»? Это идея некой площадки, некой инфраструктуры, которую предоставит университет для студентов, для аспирантов с возможностью реализовать какие-то свои мысли, свои задумки, свои проекты.

НН: В том числе инновационные?

А.А. Федянин: Естественно. Прежде всего, в области новых материалов, новых технологий, новых принципов программирования, новых IT-технологий и так далее.

С другой стороны, уже сейчас, на этапе создания общей концепции технологической долины, есть определенные пилотные проекты, которые реализуются в одном из корпусов на новой территории, так называемом «Ломоносовском» корпусе. Было проведено две очереди конкурса проектов. Одним из критериев выбора победителей стал как раз инновационный потенциал — практический выход от этих проектов — т.е. это конкурс не научных проектов, а конкурс научно-практических проектов и прежде всего молодежных. Проектов, повторяю, с большой долей молодежи, которые могли бы, в случае удачного развития оказаться основой для следующих, уже крупных проектов в рамках технологической долины. На данный момент в «Ломоносовском» корпусе размещено около 40 таких проектов. Несомненно, что за 2–3 года их развития, их цикла, какие-то из этих проектов отомрут или просто продемонстрируют свою неперспективность. Но мы уверены, что часть из них несомненно «выстрелит» и даст очень хорошие результаты или окажется основой для каких-то крупных проектов в рамках технологической долины. Таким образом, проекты «Ломоносовского» кор-

пуса рассматриваются нами как некие площадки для обкатывания «посевных» проектов для будущей технологической долины.

НН: Вчера наш президент В.В. Путин сказал, что зарабатывание денег — это не задача высшей школы. Значит ли это, что наша технологическая долина будет продолжением и развитием образовательных программ МГУ в целях приближения нашего образования к практической деятельности?

А.А.Федянин: Да, основная обязанность и основной вид деятельности МГУ — это воспитание и образование подрастающего поколения. Это означает, что основным критерием успеха нашей работы является не доход университета, а число умных и талантливых выпускников, которые получили образование и воспитание в стенах Московского университета, для того, чтобы они смогли бы реализовать себя на благо нашей страны. Но мы прекрасно понимаем, что современное образование не может быть ограничено только «аудиторным» образованием, у доски с мелом. Оно требует также наличия и других форм научной работы студента и аспиранта — практические занятия, связанные с работой на современном оборудовании, на современных станках, с новейшими технологиями, которые не могут быть получены без выполнения реальных проектов и заказов от промышленности, и государственных фондов.

Другими словами, выращивание, или вернее, рост, становление выпускника МГУ без полноценного участия в научной работе просто невозможно. А там, где есть научная работа — там есть, естественно, и заказы государства, там есть и какие-то доходы, которые могут использоваться для реинвестирования в инфраструктуру, в оборудование, в повышение зарплаты сотрудников, аспирантов, получение дополнительных средств существования для студентов и т.д.

НН: Физика — наука, изучающая материальный мир. И для того, чтобы сократить расстояние между идеей и ее воплощением, видимо, все-таки нужно какое-то опытное производство, может быть, 3D-принтеры или какие-то другие механизмы, средства для воплощения проекта в реальный прибор.

А.А.Федянин: Насчет опытного производства есть очень четко сформулированная позиция декана физического факультета МГУ Николая Николаевича Сыроева. И мне бы хотелось сказать несколько слов о роли и миссии физического факультета в связи с технологической долиной. Физический факультет — это один из столпов фундаментального физического образования в нашей стране. Это никто не ставит под сомнение, и это заслуга наших учителей, предыдущих поколений ученых и преподавателей, которые работали на физическом факультете. Тем не менее, сейчас перед нами стоит стратегическая задача — при сохранении этого большого фундаментального задела на физическом факультете дать возможность нашим студентам, или некоторой их части, получить сильное образование в области современной инженерии. То, что мы называем физический инжиниринг — когда выпускник, ма-

гистр или аспирант физического факультета не только прекрасно ориентируется в фундаментальных основах мироздания, но, одновременно, еще и является опытным, знающим человеком в области современных технологий, конечно же в области его собственной специализации. Мы не говорим о том, что выпускник физфака должен стать специалистом в области машиностроения. Но, если он физик-экспериментатор, то, конечно же, он должен понимать чертежи и уметь работать на станках с ЧПУ, работать или знать работу на АВТОКАДе, понимать как работают приборы и устройства, как работают современные технологии, например 3D-печати и др.

Это было на физфаке и в былые годы: мы все знаем про экспериментальный завод — опытное производство, которое было в стенах физического факультета и которое давало вполне конкурентную научную продукцию. И потом, в 90-е годы, это все умерло и развалилось. Может быть, действительно, сейчас приходит время «собирать камни» и возобновлять те положительные моменты, которые были на прошлых этапах развития физфака. Поэтому, несомненно, опытное производство должно быть частью технологической долины.

Конечно же, я не говорю про огромное, масштабное производство, которое, естественно, должно переноситься на соответствующие промышленные площадки, и кампус университета для этого не предназначен. Он предназначен для того, чтобы сократить путь от идеи до ее реализации. Нужно иметь какой-то макет, доведенный до уровня, который был бы легко адаптируем, или легко масштабируем на большое производство. Сейчас нельзя прийти в современную госкорпорацию или крупную компанию и сказать: «У меня есть патентная заявка, давайте сделаем из нее нечто новое.» Нужно принести, по сути дела, готовую технологию. Таким образом, речь идет о пилотном или мелко-серийном производстве, и оно должно быть организовано именно в рамках университета. Только в этом случае путь от идеи до ее реализации в промышленности будет короче. Нашим компаниям — и государственным, и частным — необходимо, по сути дела, готовое предпроизводство.

В противном же случае мы получим необходимость в еще одной структуре, которая будет находиться между учеными и реальной промышленностью. Именно поэтому технологическая долина и опытное производство неотделимы. Будет опытное производство мелких серий образцов, серий новых материалов, каких-то приборов, может быть, каких-то лекарств.

Очень важно подчеркнуть, что технологическая долина не подразумевает поддержку всех всевозможных направлений. Эта площадка должна быть конкурентной и поддерживать те направления, которые востребованы на данный момент промышленностью, или будут востребованы в ближайшие годы. Должно быть четкое понимание быстрого результата и, главное, востребованности этого результата. Все это создается не для того, чтобы просто что-то исследовать и попробовать сделать это в железе. Должны реализовываться те проекты, которые имеют право на реализацию, потому что они имеют четко понимаемый заказ и точки приложения разрабатываемых технологий.

Будут ли в рамках технологической долины внешние люди? Конечно же, будут. Потому что силами сотрудников и сту-

дентов МГУ невозможно реализовать все. Но основной костяк будут составлять выпускники нашего университета или его сотрудники. Так планируется.

НН: Поскольку университет уже объединяет довольно большое количество образовательных учреждений и наше образование начинается, фактически, с детского сада, может быть, имело бы смысл в технологической долине организовать колледж для каких-либо высокочастотных технических специалистов, мастеров, с которыми в наше время большие трудности?

А.А. Федянин: Сейчас это очень обсуждаемая идея, и на съезде ректоров ее коснулись. Это так называемый технический или прикладной бакалавриат. Люди учатся 4 года, но их образование настроено на более практичное русло. Они, с одной стороны, получили базовое образование, хорошую инженерную подготовку, а с другой стороны, они нацелены в своей деятельности не на фундаментальную науку, а на какую-то технологию, на новый продукт, на практическую работу. И этому, конечно, тоже место в университете, и в технологической долине.

Технологическая долина ни в коем случае не является следующим или новым видом технопарка. Это новый стратегический междисциплинарный подход. Попытка, опираясь, с одной стороны, на разработки, на весь фундаментальный базис университета, взгляд в сторону реальной промышленности, с тем, чтобы там реализовывать то, что пока не принято как основной или как важный вид деятельности классического университета. Ведь до сих пор считалось, что с защитой диссертации заканчивается роль университета. Это не так — вот Вы разработали, может, еще аспирантом, или даже будучи студентом, теорию какую-то, или сделали что-то, как результат фундаментальных исследований, а теперь говорите — а почему бы мне из этого не сделать какой-нибудь датчик, какой-нибудь сенсор, какой-нибудь новый материал? Или, я разработал материал с интересными свойствами, а теперь я сделаю реальный материал, который востребован — с новыми адгезивными свойствами, или с новыми прочностными свойствами. А потом сделаю например лопасть для турбины со специальными свойствами. Это уже не совсем фундаментальная наука, но она базируется на фундаментальных разработках.

Технологическая долина это не новые корпуса для тех или иных факультетов или межкафедрских объединений, это не лабораторные корпуса, а это площадка для практической реализации фундаментальных разработок МГУ. Это внедренческое крыло Московского университета — вот что такое Технологическая долина.

Если из каких-то проектов будут развиваться в последствии малые компании — это хорошо. Естественно, если технология доведена до макета, до серии, то она может и дальше получить какое-то развитие. Но тут должны подключаться какие-то другие институты развития, к примеру, Сколково или Роснано и т.д. Но это уже выходит за рамки Технологической долины.

НН: А оборудование, которое там будет устанавливаться, уже как-то определено? По каким критериям будет определяться необходимость того или другого оборудования?

А.А.Федянин: Сейчас есть общее понимание, что там должно быть оборудование близкое к технологическому уровню.

Естественно, если мы говорим про IT-кластер, то это все равно есть в сильной степени просто офисные помещения, которые будут иметь выход на суперкомпьютеры.

Если говорить про кластеры, которые связаны с инженерными (то, что мне ближе) технологическими вещами: машинный инжиниринг, новые материалы и т.д., то это, по сути, те самые «гаражи», или небольшие лаборатории, где-то по 50 кв. метров, а где-то, может быть, мини-цеха по 500 кв. метров, с усиленными перекрытиями, где будет находится парк машин, материалов, которые близки к технологическим. Те же самые 3D-принтеры, те же станки с ЧПУ, какие-то формы для прессования, и т.д. Это тоже будет определяться, строго говоря, заказами компаний. Понятно, что нельзя обеспечить в этой технологической долине все возможное оборудование в надежде на то, что вдруг какое-то понадобится. Помещения должны оборудоваться по проектному принципу.

Рождается какой-то заказ на крупную технологию, который отрабатывается в данном цехе, корпусе, данном заводе, данном гараже и доводится до какого-то прототипа или до уровня ОКР — опытно-конструкторской разработки, которая должна уже иметь на выходе какую-то технологию, возможно даже сделанную по какому-то ГОСТу, доведенную до уровня, когда она уже может быть передана в промышленность. А это означает, что и станки должны быть хотя и в меньшем варианте, более миниатюрными, но они должны быть ровно такими же, или близки к тем по параметрам, которые есть на производстве. Т.е. конечный результат достигается масштабированием. Нужен такой же станок, в котором есть какое-то литье, какая-то пресс-форма и так далее.

Возможно, там будет оборудован какой-то кластер «чистых комнат», где будут выходы на нано-технологии и т.д. Надо четко понимать, что далеко не все в нано-технологиях может быть доведено до конечного продукта в ближайшее же время. Здесь все-таки очень большая компонента фундаментальных исследований. Но какое-то диагностическое оборудование, несомненно, будет в этом кластере.

НН: Очень сложно разработать проект долины, поскольку трудно предсказать, какие именно помещения будут более всего востребованы?

А.А.Федянин: Да, это сложная и стратегическая задача. Конечно, сейчас нельзя назвать 5–10 проектов, которые точно там будут реализованы, потому что пройдет 2–3 года и все будет по-другому — как было со светодиодами 5–7 лет назад.

Все быстро меняется, поэтому сейчас определяются основные принципы. Понятно, что должны быть «гаражи» с усиленными перекрытиями, чтобы в них можно было за-

везти станки. Должны быть помещения с высокими потолками, для того, чтобы можно было туда автопогрузчикам заехать, чтобы завезти туда тот или другой станок и т.д. Понятно, что где-то должны быть площади с открытым пространством квадратов на 500 для того, чтобы там могла быть поставлена какая-то серия станков и механизмов. Но какой где механизм будет стоять, конечно, сейчас неясно, потому что пройдут годы и что-то может поменяться. Вот 3D принтеры, вы говорите. А 5 лет назад об этом толком никто и не знал. А сейчас это уже на слуху и уже на уровне школьной скамьи об этом знают. Возможно, что через 3 года все станки с ЧПУ начнут отмирать и 3D-печать полностью их заменит и войдет в нашу жизнь. Об этом же никто не мог знать 3–4 года назад, поэтому сейчас указать точную номенклатуру тех приборов и станков, которые будут там стоять, не возьмется никто.

Сейчас важно выработать некую концепцию. Всем понятно, что должен быть какой-то биотехнологический кластер — все хотят вечно жить, поэтому есть задача создания новых лекарств, создания новых методов диагностики, новых способов лечения. Тем более, что на новой территории ведь не только Фундаментальная библиотека, там и новый медицинский центр, который тоже будет частью технологической долины, часть ее биотехнологического кластера, где будут внедряться новые методы лечения. Это тоже важно.

Видимо, будет какой-то кластер, связанный с ВПК, с двойными технологиями, которые будут интересны для повышения обороноспособности страны, потому что проблема импортозамещения в оборонной отрасли страны сейчас очень, очень важна. Однако, не бывает технологий, которые были бы востребованы только оборонной отраслью и не востребованы гражданскими структурами — т.е. будут двойные технологии. Например, когда делаются новые виды магнитов или новые виды магнитных двигателей (как на физическом факультете МГУ например) — понятно, что они интересны и военным, и гражданским людям тоже.

То, что сейчас называется модным термином импортозамещение — это же тоже некая проблема. И ее нужно решать с одной стороны быстро, а с другой стороны, по возможности, с опорой на собственные силы.

Технологическая долина — это уж никак не площадка, которую предполагается сдать в аренду. Важно понимать, что это все будет связано: и Ломоносовский корпус, и лицей для одаренных детей, и общежитие. Студент, идя в общежитие, обязательно пройдет через эту долину. Это действительно будет важнейшая часть кампуса Московского университета, важная составляющая большой учебной и научной работы, происходящей здесь.

МГУ вошел в топ-200 рейтинга THE WUR 2014–2015



МГУ имени М.В. Ломоносова поднялся в глобальном рейтинге Times Higher Education World University Rankings 2014–15 (THE WUR 2014–15) из группы 226–250 на 196-е место. Кроме того, в этом же рейтинге по предметным областям МГУ занял 56 место по физическим наукам (в прошлом рейтинге это было 63 место).



В октябре 2014 года объявлены результаты глобального рейтинга Times Higher Education World University Rankings 2014–15 (THE WUR 2014–15). МГУ поднялся из группы 226–250 на 196-е место. Рейтинг THE WUR строится на основе 13 показателей, сгруппированных в пять категорий: образование, научно-исследовательская работа, цитируемость, интернационализация, привлечение средств от промышленности (инновации). Отметим, что из всех мировых рейтингов уни-

верситетов рейтинг THE WUR выстраивается по критериям, которые являются наиболее неблагоприятными для российских вузов. Несмотря на это, в рейтинге этого года МГУ имени М.В. Ломоносова переместился из группы 226–250 на 196-е место.

Кроме того, МГУ имени М.В. Ломоносова занял в этом же рейтинге по предметным областям 56 место по физическим наукам (в прошлом рейтинге это было 63 место).

ПУТИ ДИФфуЗИИ, УПРАВЛЯЕМЫЕ МОРФОЛОГИЕЙ

Сотрудники кафедры физики полимеров и кристаллов физического факультета МГУ (группа профессора И.И. Потемкина — к.ф.м.н. А.А. Рудов и аспирант Р.А. Гумеров) совместно с учеными из Германии (DWI — Leibniz Institute for Interactive Materials, Aachen) впервые обнаружили, что скорость поглощения паров неселективных растворителей пленками на основе блок-сополимеров зависит как от морфологии нанодоменной структуры, так и от ориентации доменов в пленке.

Потемкин И.И.

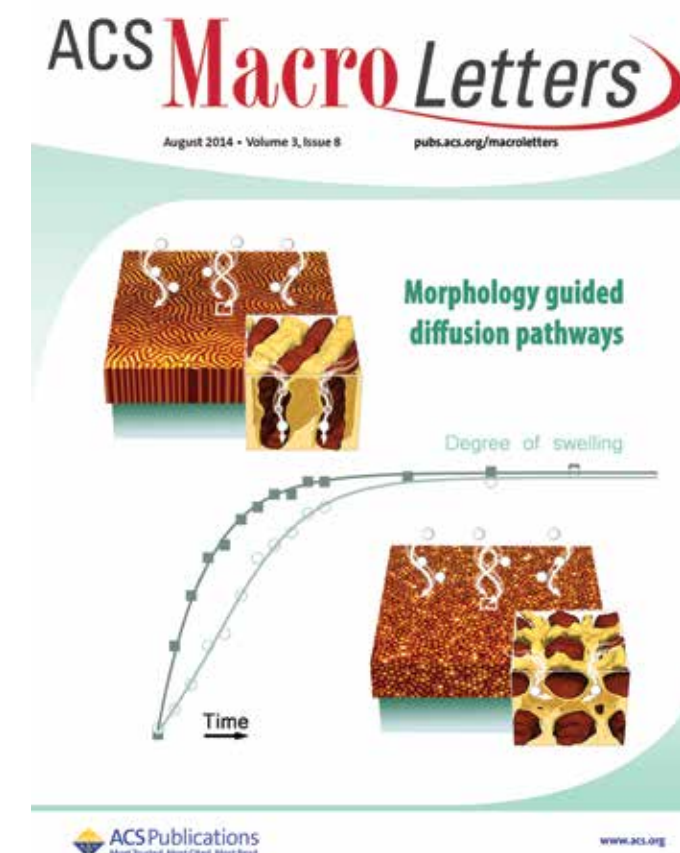


Рудов А.А.



Гумеров Р.А.

Блок-сополимеры — макромолекулы, состоящие из цепей (блоков) различного химического строения, ковалентно сшитых друг с другом. В большинстве случаев блоки различной химической структуры несовместимы друг с другом и в полимерном материале образуются нанодомены, размер и форма которых определяются длинами блоков (см. рисунок). В литературе это явление принято называть микрофазным расслоением. Наноструктурированные пленки на основе блок-сополимеров находят широкое применение для создания высокопроизводительных органических солнечных батарей, сверхплотных ферромагнитных массивов для хранения информации, в мембранных технологиях и мн. др. Ключевыми полезными факторами здесь выступают симметрия расположения нанодоменов и огромная площадь междоменной поверхности. Наиболее быстрый способ приготовления полимерных пленок (spin-coating) не обеспечивает равновесного состояния нанодоменной структуры. Поэтому пленки необходимо «доводить» до равновесия, экспонируя их сначала в парах растворителей (что приводит к набуханию), а затем медленно высушивая. До сих пор считалось, что неселективные растворители (которые имеют одинаковое сродство к блокам различной химической природы) одинаково воздействуют на пленки независимо от их внутренней структуры. Настоящее ис-



следование показало, что проникновение растворителя внутрь пленки происходит преимущественно вдоль междоменных (междоменных) границ (см. рисунок) и существенно влияет на зависимость скорости набухания пленок от их структуры. Время набухания пленок одинаковой толщины, но разной внутренней структуры может различаться в десятки раз. Полученные фундаментальные результаты можно использовать для создания датчиков на наличие химических веществ в атмосфере, суперконденсаторов нового поколения и многого другого.

Результаты данного исследования опубликованы в статье: Stenbock-Fermor A., Rudov A.A., Gumerov R.A., Tsarkova L.A., Bucker A., Müller M. and Potemkin I.I. Morphology-Controlled Kinetics of Solvent Uptake by Block Copolymer Films in Nonselective Solvent Vapors. ACS Macro Letters, 3, 803–807 (2014).

ПЛЕНАРНАЯ ЛЕКЦИЯ ПРОФ. АЛЕКСЕЯ ЖЕЛТИКОВА “ОПТОВОЛОКОННЫЕ НЕЙРОИНТЕРФЕЙСЫ” НА ФОРУМЕ MOSCOW SCIENCE WEEK 2014

С 8 по 12 сентября 2014 года на площадках Российской академии наук, Федерального агентства научных организаций и Инновационного центра «Сколково» состоялся междисциплинарный научный форум Moscow Science Week (MSW 2014).



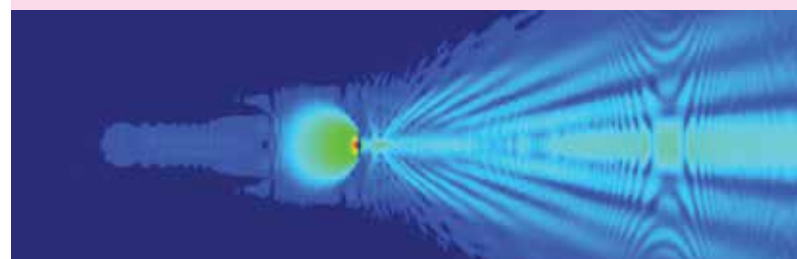
Он объединил представителей физики, биологии, медицины, химии и наук о материалах, компьютерных наук, наук о данных и гуманитарных наук из России и зарубежных стран и собрал широкий круг научных сотрудников, инженеров и программистов, представителей научных фондов и институтов развития, инновационных предприятий и наукоемкой промышленности, органов государственного управления.

Цель Форума — создание современной информационно-коммуникационной площадки для междисциплинарного

взаимодействия, конструктивного диалога между учеными разных поколений, представителями государства и бизнеса.

Научная программа форума MSW 2014 включила в себя лекции ученых с мировым именем, выступления лауреатов молодежных научных премий Президента и Правительства Российской Федерации. Пленарную лекцию «Оптоволоконные нейроинтерфейсы» прочитал профессор физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова Желтиков Алексей Михайлович.

Квантовая и полуклассическая физика, обуславливающие развитие сверхбыстрой оптической нелинейности в диапазоне среднего ИК: Роль динамики ионизации, происходящей на времени в половину периода возбуждающего лазерного поля



Ученые физфака МГУ выявили роль динамики ионизации, происходящей на времени в половину периода возбуждающего лазерного поля, на формирование сверхбыстрой оптической нелинейности в диапазоне среднего ИК.

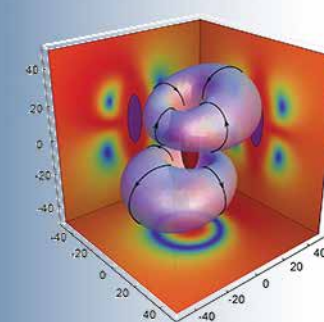
Было показано, что динамика ионизации, происходящей на времени в половину периода возбуждающего лазерного поля, является ключевым физическим фактором, контролирующим свойства оптической нелинейности как функции длины несущей волны и интенсивности возбуждающего лазерного поля. Анализ уравнения Шредингера для обобщенной квантовой системы типа атома водорода выявил универсальные тенденции в зависимости оптической нелинейности от длины волны, проливая свет на ее необычные свойства в среднем ИК-диапазоне. Было показано, что в случае низкочастотных

полей большой интенсивности свободные электроны доминируют над связанными в общем нелинейном отклике квантовой системы. В этом режиме полуклассические модели помогают понять физику процессов, приводящих к формированию нелинейности.

Результаты данной работы были опубликованы в статье: E.E. Serebryannikov, A.M. Zheltikov. “Quantum and semiclassical physics behind ultrafast optical nonlinearity in the midinfrared: The role of ionization dynamics within the field half cycle.” Phys. Rev. Lett., **113**, 043901 (2014).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ БЛИЖНЕГО ПОЛЯ ПЛАЗМОННОЙ НАНОЧАСТИЦЫ ВО ВНЕШНЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Виктор Задков, Юлия Владимировна и Евгений Чубчев (физический факультет МГУ) открыли структуру векторного ближнего поля распределения поляризации плазмонной наночастицы во внешнем электромагнитном поле.

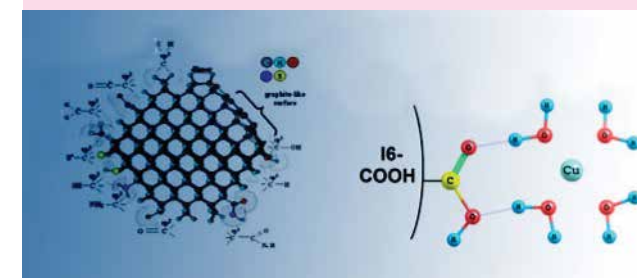


Распределение поляризации ближнего поля плазмонного вытянутого наносфероида во внешнем электромагнитном поле детально изучено в зависимости от его поляризации и соотношения осей сфероида. Поляризация в ближней зоне частицы описывается с помощью обобщенных 3D параметров Стокса. Показано, что это распределение имеет сложную структуру, резко зави-

сит от поляризации падающего поля и параметров плазмонного резонанса наночастицы. Полученные аналитические решения охватывают весь набор частиц с формой от сферической до игольчатой и наностержней при изменении соотношения сторон сфероида. Предложен эксперимент для визуализации векторного ближнего поля вокруг плазмонной наночастицы.

Результаты этой работы были опубликованы в статье E.D. Chubchev, Yu.V. Vladimirova, V.N. Zadkov. “Controlling near-field polarization distribution of a plasmonic prolate nanospheroid by its aspect ratio and polarization of the incident electromagnetic field”. Optics Express, **22** (17), 20432–20445 (2014).

АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ НАНОАЛМАЗОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



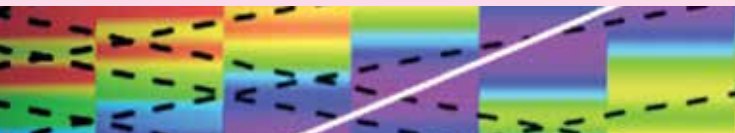
Сотрудниками физического факультета МГУ (группа с.н.с. кафедры квантовой электроники Т.А. Доленко, доцент кафедры полимеров и кристаллов Т.В. Лаптинская) в сотрудничестве с зарубежными партнерами исследованы адсорбционные свойства детонационных нанодIAMAZOV по отношению к ионам тяжелых металлов и нитратам.

Исследованы адсорбционные свойства исходных и функционализированных нанодIAMAZOV I6 и I6COOH в водных суспензиях по отношению к ионам тяжелых металлов (свинец, медь) и нитратам. В результате применения различных методов — корреляционной и адсорбционной спектроскопии, лазерной спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) было обнаружено, что оба вида нанодIAMAZOV активно адсорбируют и ионы тяже-

лых металлов и нитрат-ионы. Количественные расчеты показали, что адсорбционная активность модифицированного нанодIAMAZOVA в 3 раза больше, чем исходного по отношению к ионам тяжелых металлов. На основании результатов ИК и КР спектроскопии выдвинута гипотеза о механизмах адсорбции, согласно которой при адсорбции ионов меди преобладающую роль играет физическая адсорбция, а в случае нитрат-ионов — химическая.

Результаты данного исследования были опубликованы в статье: T.A. Dolenko, S.A. Burikov, K.A. Laptinskiy, T.V. Laptinskaya, J.M. Rosenholm, A.A. Shiryayev, A.R. Sabirov, I.I. Vlasov. “Study of adsorption properties of functionalized nanodiamonds in aqueous solutions of metal salts using optical spectroscopy”. J. of Alloys and Compounds, **586**, S436–S439 (2014).

УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ МАГНИТОПЛАЗМОННОГО КРИСТАЛЛА В ШИРОКОМ СПЕКТРАЛЬНОМ ДИАПАЗОНЕ ПРИ ПЕРЕСТРОЙКЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ БЫЛО ПРОДЕМОНСТРИРОВАНО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО



Учеными физического факультета (группа проф. Т.В. Мурзиной) МГУ им. М.В. Ломоносова совместно с белорусскими коллегами из Минска были экспериментально изучены оптические и магнитооптические эффекты в магнитоплазмонных кристаллах и продемонстрирована возможность их перестройки в широком спектральном диапазоне путем изменения магнитного поля.

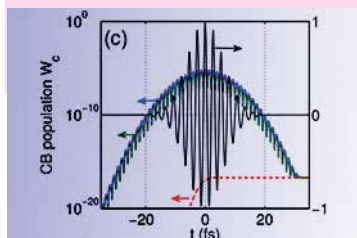
Магнитоплазмонные кристаллы (МПК) являются объектом активных исследований в первую очередь благодаря возможности управлять с их помощью параметрами оптического излучения. В одном из наиболее эффективных вариантов МПК состоит из диэлектрической магнитной пленки, покрытой тонким наноструктурированным слоем благородного металла. Ранее было показано, что в МПК такой структуры возможно возбуждение поверхностных плазмон-поляритонов (ППП) с относительно большой длиной распространения, которому соответствует усиление магнитооптических эффектов, что обусловлено присутствием в структуре пленки магнитного диэлектрика (феррограната). Механизм усиления заключается в зависимости условия возбуждения ППП на границе раздела металл/гранат от величины намагниченности в среде. Важно заметить, что для оптимальной работы МПК необходимо, чтобы границы раздела не имели дефектов и были высокого качества. Данное требование ограничивает набор методов изготовления МПК.

В большинстве экспериментов исследуются МПК золота/гранат, изготовленные на подложке галлий-гадолиниевый гранат с использованием метода электронно-лучевой литографии. В работе группы ученых с физического

факультета МГУ, выполненной в тесном сотрудничестве с коллегами из научно-практического исследовательского центра по материаловедению республики Беларусь, исследованы магнитоплазмонные кристаллы, состоящие из золотых полосок, нанесенных на слой магнитного граната, изготовленные новым методом комбинированного ионно-лучевого травления. Было показано, что предложенный метод позволяет производить МПК высокого качества. В полученных МПК с толщиной пленки золота 30–40 нм наблюдается эффективное возбуждение ППП двух типов, а также нескольких волноводных мод. Величина поперечного магнито-оптического эффекта возрастает при резонансном возбуждении мод, распространяющихся в магнитной пленке, и достигает значения 1 %. Данный эффект связан с влиянием внешнего магнитного поля на условие возбуждения резонансных мод и является перспективным для создания управляемых элементов фотоники.

Результаты этой работы были опубликованы в статье: A.L. Chekhov, V.L. Krutyanskiy, A.N. Shaimanov, A.I. Stognij, T.V. Murzina. "Wide tunability of magnetoplasmonic crystals due to excitation of multiple waveguide and plasmon modes". Opt. Express, **22** (15), 17762–17768 (2014).

ФОТОИОНИЗАЦИЯ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ С РАЗРЕШЕНИЕМ В ПЕРИОД СВЕТОВОГО ПОЛЯ



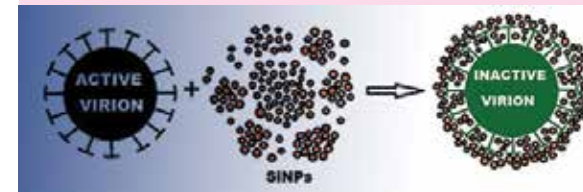
Ученые физфака МГУ совместно с Российским квантовым центром обобщили теорию Келдыша фотоионизации полупроводников на случай сверхбыстрых возбуждающих импульсов произвольных формы волнового фронта и ширины импульса.

Теория Келдыша фотоионизации в твердых диэлектриках обобщена на случай произвольных коротких импульсов с произвольной формой импульса. Выведено решение в замкнутой форме для неадиабатической скорости ионизации в прозрачных твердых телах с пери-

одическим изменением дисперсии, которое вызывает сверхбыструю динамику ионизации в рамках периода светового поля и соответствует основным результатам теории Келдыша в соответствующих предельных режимах.

Результаты данной работы были опубликованы в статье: P.A. Zhokhov and A.M. Zheltikov. "Field-Cycle-Resolved Photoionization in Solids." Phys. Rev. Lett., **113**, 133903 (2014).

КРЕМНИЕВЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ ДЛЯ БИОИМАДЖИНГА, УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕРАПИИ И БОРЬБЫ С ОПАСНЫМИ ВИРУСАМИ



Учеными физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова совместно с коллегами из других институтов России и Германии предложен новый подход — сочетание терапии и диагностики с использованием в качестве активных агентов наночастиц — «нано-тераностика», который существенно повышает эффективность обнаружения и лечения рака.

В исследованиях, проводимых н.с. Л.А. Осминкиной и проф. В.Ю. Тимошенко совместно с сотрудниками, аспирантами и студентами физического факультета МГУ в кооперации с учеными Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН, НИИ вирусологии им. Д.И. Иванова РАН, Института иммунологии ФМБА и Института фотонных технологий (Германия, Йена), развиты новые методы получения биосовместимых и биodeградируемых кремниевых наноструктур, выявлены новые возможности их использования в люминесцентной биодиагностике (биоимеджинг) онкологических заболеваний в сочетании с терапией ультразвуковым облучением, а также был обнаружен

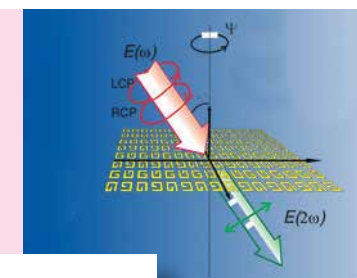
эффект связывания кремниевых наночастиц с вирусами опасных заболеваний, таких как вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) и респираторный синцитиальный вирус (РСВ).

Предложенное сочетание терапии и диагностики (тераностика) с использованием в качестве активных агентов наночастиц является новым подходом — «нано-тераностикой», что может существенно повысить эффективность обнаружения и лечения рака.

Обнаруженное свойство кремниевых наночастиц связываться с опасными вирусами и блокировать их заражающую способность открывает перспективу разработки новых видов противовирусных препаратов.

Результаты данного исследования опубликованы в следующих работах: L.A. Osminkina, V.A. Sivakov, G.A. Mysov, V.A. Georgobiani, U.A. Natashina, F. Talkenberg, V.V. Solov'yev, A.A. Kudryavtsev, V.Yu. Timoshenko. "Nanoparticles prepared from porous silicon nanowires for bio-imaging and sonodynamic therapy." Nanoscale Research Lett., **4**, 463 (2014). L.A. Osminkina, V.Yu. Timoshenko, I.P. Shilovsky, G.V. Kornilova, S.N. Shevchenko, M.B. Gongalsky, K.P. Tamarov, S.S. Abramchuk, V.N. Nikiforov, M.R. Khaitov, E.V. Karamov. "Porous silicon nanoparticles as scavengers of hazardous viruses." J. of Nanoparticle Research, **16**, 2430 (2014).

ОБНАРУЖЕН И ИССЛЕДОВАН ЭФФЕКТ КРУГОВОГО ДИХРОИЗМА ИЗЛУЧЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ В ПЛАНАРНЫХ ХИРАЛЬНЫХ МЕТАМАТЕРИАЛАХ



Ученые физического факультета МГУ (кафедры квантовой электроники и общей физики) совместно с коллегами из католического университета г. Левен, Бельгия, обнаружили и изучили эффект циркулярного дихроизма оптической второй гармоники в плоских хиральных наноструктурах.

Экспериментально показано, что эффективность генерации второй гармоники различна при возбуждении структуры право- и лево-циркулярно поляризованной волной накачки.

Планарные хиральные метаматериалы являются перспективными объ-

ектами с точки зрения возможности управления параметрами взаимодействующего с ними электромагнитного излучения. Группой ученых кафедр квантовой электроники и общей физики физического факультета МГУ, обнаружен и изучен эффект циркулярного дихроизма (ЦД) оптической второй гармоники в плоских хиральных нано-

структурах, образованных элементами в форме плоской спирали (буквы «G»). Экспериментально показано, что эффективность генерации второй гармоники различна при возбуждении структуры право- и лево-циркулярно поляризованной волной накачки.

Исследованные метаматериалы образованы наноструктурами с характерным латеральным размером 1 мкм и расположены в квадратной решетке таким образом, что она имеет осевую симметрию 4-го порядка. Особенности генерации второй гармоники были изучены для структур, являющихся зеркальными отражениями друг друга (то есть энантиомерами). Образцы были изготовлены в католическом университете г. Левен, Бельгия.

Обнаружено, что эффект циркулярного дихроизма оптической второй гармоники имеет выраженную азиму-

тальную зависимость. Модуляция его величины для разных азимутальных положений образца может достигать 70 % и сопровождается сменой знака эффекта. Среднее значение ЦД, полученное усреднением по всем азимутальным положениям структуры, достигает 10 %. Следует отметить, что для двух исследованных энантиомеров знак эффекта ЦД противоположен при любом азимутальном положении образца.

Экспериментально показано, что средняя величина ЦД уменьшается с ростом угла падения излучения на структуру, а при определен-

ном угле изменяет знак. Предложена феноменологическая модель обнаруженного эффекта, основанная на анализе симметрии тензора квадратичной восприимчивости хиральной изотропной структуры.

Результаты исследований опубликованы в работе E.A. Mamonov, I.A. Kolmychek, S. Vandendriessche, M. Hojeij, Y. Ekinici, V.K. Valev, T. Verbiest, and T.V. Murzina. "Anisotropy versus circular dichroism in second harmonic generation from fourfold symmetric arrays of G-shaped nanostructures." *Phys. Rev.*, **B 89**, 121113(R) (2014).

«УДАЛЕННЫЙ» УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СКАЛЬПЕЛЬ ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОЙ ХИРУРГИИ



Физики МГУ (группа д.ф.-м.н. В.А. Хохловой, кафедры акустики) в коллаборации с учеными из университета штата Вашингтон (Сиэтл, США) разработали инновационный метод неинвазивного хирургического вмешательства: операция проводится фокусированным ультразвуком, который механически разрушает больную ткань, а от ее остатков организм избавляется сам.



В хирургии считается, что, чем меньше разрез, тем легче переносится операция. Яркий пример тому — эндоскопические операции, где хирург действует через прокол. В конце XX века в медицинскую практику стал входить новый перспективный метод, где операция идет вообще без внешних разрезов: рабочим инструментом хирурга является ультразвук. Метод носит название неинвазивной хирургии с помощью высокоинтенсивного фокусированного ультразвука (HIFU, в английском варианте). Его суть состоит в тепловой денатурации тканей за счет поглощения энергии фокусированного ультразвукового пучка; в дальнейшем переработка продуктов денатурации

производится организмом самостоятельно. В настоящее время ультразвуковая хирургия применяется для лечения ряда серьезных болезней. Так, в 2004 году метод был одобрен американским агентством Министерства здравоохранения FDA для лечения миомы матки, а еще в конце 1990-х в Европе его начали применять в лечении рака простаты.

Физики МГУ в сотрудничестве с коллегами из университета штата Вашингтон (Сиэтл, США) в течение последних лет развивали инновационную модификацию метода под названием «гистотрипсия с кипением» (от boiling histotripsy, в английском варианте). Отличие метода от тра-

диционной ультразвуковой хирургии состоит в том, что разрушение ткани происходит механическим методом, без нагревания. По словам д.ф.-м.н. В.А. Хохловой, доцента кафедры акустики физического факультета МГУ, принимавшей участие в исследованиях, новый метод лишен многих недостатков теплового HIFU — дороговизны, опасности перегрева промежуточных тканей (ребер и кожи), а также того, что диффузия тепла от фокуса может повреждать ткани, стенки сосудов и кости вокруг облучаемого участка. «Часто вызывает недоумение само название метода — гистотрипсия с кипением, — говорит В.А. Хохлова. — Кипение предполагает нагрев ткани до высоких температур, а конечный

результат нашего метода — механическое разрушение ткани практически без ее тепловой денатурации».

Ранее ученые развивали свой метод, используя ткани различных органов *ex vivo*, и вот недавно им удалось показать его работоспособность *in vivo*, на живой ткани — как модель была выбрана печень свиньи. Соответствующая публикация вышла в авторитетном журнале PNAS (PNAS, **111** (22), 8161–8166 (2014)).

Суть метода заключается в использовании нелинейных акустических волн, профиль которых содержит ударные фронты — резкие скачки давления — для механического разрушения тканей, например, при лечении доброкачественных и злокачественных опухолей. Цепь явлений, происходящих в тканях, состоит в следующем. Высокоинтенсивные, но очень короткие (миллисекундной длительности), ультразвуковые импульсы фокусируются внутри биоткани. При распространении от излучателя за счет нелинейных эффектов профиль ультразвуковой волны искажается, и в фокусе на каждом периоде волны образуются ударные фронты. Такие волны совершенно иным образом воздействуют на ткань по сравнению с гармоническими волнами. Так, нагрев ткани в фокусе при поглощении ультразвуковой энергии на разрывах может происходить в сотни раз быстрее, в течение миллисекунд. В результате в фокусе происходит локальное взрывное вскипание ткани и образуется паровая полость миллиметрового размера. При этом размер перегретой области — около ста микрон, а размер образующейся полости гораздо больше, поэтому при расширении полость быстро охлаждается. Взаимодействие ультразвука с этой полостью приводит к разрушению ткани вокруг нее, генерации акустического фонтана, атомизации биоткани внутри полости и ее заполнению жидкой перемолотой тканью, состоящей из субклеточных компонентов размером не более ядра клетки.

«Развитие метода началось, собственно, с идеи использования эффективного нагревания ткани в режиме ударно-волнового воздействия, поскольку одной из основных проблем клинического применения HIFU

является длительность облучения. В основных клинических установках используется МРТ-контроль температуры в фокусе, поэтому процедура получается и длительной, и дорогой. Время, необходимое для облучения опухоли размером порядка нескольких кубических сантиметров, обычно составляет несколько часов. Мы хотели ускорить абляцию, используя более эффективный нагрев ткани нелинейными ультразвуковыми волнами с ударными фронтами. И при этом оказалось, что некоторые импульсно-периодические режимы такого воздействия не только быстро нагревают ткань, но могут разрушать ее механически, — рассказывает В.А. Хохлова.

Идея использования нелинейных эффектов для разработки новых режимов разрушения биологических тканей в HIFU родилась на кафедре акустики физического факультета МГУ. Специалисты МГУ приняли участие также в разработке специальных методов измерения и расчета нелинейных полей, создаваемых источниками ультразвуковой хирургии, моделировании воздействия ультразвука на ткани, исследовании физических механизмов такого воздействия; численное моделирование проводилось на суперкомпьютерах «Чебышев» и «Ломоносов» в МГУ.

Метод гистотрипсии с кипением еще не введен в клиническую практику, но потенциально может решить многие проблемы, которые существуют при использовании тепловой денатурации тканей ультразвуком. «Воздействие быстрое, предсказуемое и с гораздо лучшей пространственной локализацией, т.е. более эффективное и безопасное. В работе, опубликованной в PNAS, была также обнаружена селективность разрушений по типу тканей. Например, оказалось, что стенки сосудов разрушить довольно сложно. Это обеспечивает их защиту при облучении участков ткани, которые находятся близко к сосудам. Перемолотый объем ткани гораздо быстрее рассасывается организмом, чем объем «сваренной» ткани и даже может выводиться из организма естественным путем», — рассказывает В.А. Хохлова. По ее словам, новый метод открывает и совершенно новые возможности использования ультраз-

вука в медицине, в этом направлении уже ведутся активные исследования.

Разрушение ткани на субклеточные компоненты может иметь перспективу для стимуляции иммунного отклика организма при лечении онкологических заболеваний. Уже ведутся работы по точечному механическому разрушению ткани методом гистотрипсии с целью высвобождения в кровотоке биомаркеров рака или других заболеваний. Следующий за таким воздействием анализ крови позволит диагностировать заболевание с высокой точностью и, возможно, подобрать эффективный метод лечения.

Тот факт, что пороги разрушения тканей различных типов сильно отличаются, может оказаться перспективным для получения очищенных сосудистых структур в исследованиях по созданию искусственных органов. Механические локальные разрушения в ткани сердца с помощью ультразвука могут инициировать рост микрососудов и, таким образом, способствовать восстановительным процессам после инфаркта. Разрушение определенных участков тканей сердца — новый метод лечения различных видов аритмий. «Можно воздействовать через кости черепа на участки мозга для разрушения опухолей и лечения тремора. Такие операции, хотя и единичные, уже реально делаются в нескольких клиниках США», — поясняет В.А. Хохлова.

«В отличие от света, тело человека почти прозрачно для звуковых волн, поэтому фокусировку можно осуществлять на любой глубине и даже через кости грудной клетки проводить облучение таких важных органов как сердце и печень. Фактически мы имеем «удаленный» высокоточный хирургический скальпель. Интересно, что очень многое в области HIFU было сделано еще в 50–70-е годы прошлого столетия, как в нашей стране, так и за рубежом. Но сейчас, на основе современных достижений в области визуализации и компьютерных технологий, происходит новый виток в развитии этой области медицины», — заключает ученый.



Электромагнитные свойства нейтрино: новый нейтринный механизм генерации вращения пульсаров и новые ограничения на миллиард нейтрино

Научная группа по теории нейтрино проф. Александра Студеникина (кафедра теоретической физики, физический факультет МГУ) выполнила в 2014 г. цикл исследований электромагнитных свойств нейтрино, в результате которого: 1) предсказан новый «нейтринный механизм вращения звезд»; 2) внесен существенный вклад в развитие теории рассеяния нейтрино на атомах мишени; 3) получено новое ограничение на миллиард нейтрино.

Открытие в экспериментах на Большом адронном коллайдере в ЦЕРН в 2012 г. хиггсовского бозона и присуждение в 2013 г. Нобелевской премии П. Хиггсу и Ф. Энглера за формулировку основных положений теоретической модели взаимодействия частиц, в рамках которой и было предсказано существование хиггсовского бозона, триумфально венчает целую эпоху в фундаментальной физике элементарных частиц, связанную со становлением и окончательным подтверждением правильности современной, так называемой Стандартной модели взаимодействия элементарных частиц. В настоящее время естественно возникает вопрос о дальнейшем развитии наших представлений об устройстве микромира. Есть ли физика за пределами Стандартной модели? Что дальше?

Прямой путь к поиску ответа на поставленные вопросы открывает нейтрино — единственная из известных в настоящее время частиц, которая уже сейчас демонстрирует свойства, выходящие за пределы Стандартной модели, надежно подтвержденные в экспериментах. В рамках Стандартной модели нейтрино является безмассовой частицей, участвующей только в слабых взаимодействиях. Однако экспериментальное подтверждение нейтринных осцилляций доказывает факт наличия у нейтрино массы и существования смешивания нейтрино, что требует обобщения Стандартной модели.

В различных теоретических моделях, выходящих за пределы Стандартной модели, нейтрино может приобретать нетривиальные электромагнитные свойства за счет квантовых петлевых эффектов. Таким образом, теоретические и экспериментальные исследования электромагнитных характеристик нейтрино являются эффективным способом поиска новых фундаментальных теорий взаимодействия за пределами Стандартной модели. Электромагнитные взаимодействия нейтрино могут иметь важные феноменологические следствия для нейтринных взаимодействий в плотных астрофизических средах, в которых присутствуют сильные магнитные поля. Наиболее полное рассмотрение электромагнитных свойств нейтрино и с обсуждением соответствующих экспериментов и феноменологических приложений в астрофизике дано в обзорной статье, недавно опубликованной руководителем группы в соавторстве с коллегами из национального института ядерной физики (Италия): С. Brogini, С. Giunti, А. Studenikin. Adv. High Energy Phys., **47**, 459526 (2012).

Группа проф. Студеникина по теории нейтрино (в состав которой в настоящее время входят 12 студентов, аспирантов и сотрудников физического факультета, а также МФТИ, ИЯИ РАН и ОИЯИ) на протяжении многих лет ведет систематические исследования электромагнитных свойств нейтрино и взаимодействий нейтрино в условиях плотных сред и сильных электромагнитных полей. Ряд новых важ-

ных результатов, полученных научной группой, опубликованы в 2014 году в высокорейтинговых журналах:

1. Предсказан новый механизм изменения скорости вращения звезд (в частности, пульсаров), названный «нейтринный механизм вращения звезд»; предсказано, что действие именно этого механизма может приводить к наблюдаемым сбоям (причина которых до сих пор была непонятна) угловой скорости вращения пульсаров, так называемым «глитчам»; на этой основе получено новое, самое строгое в настоящее время, астрофизическое ограничение на электрический миллиард нейтрино q_e , существование которого предсказывается широким классом теоретических моделей за пределами Стандартной теории электрослабых взаимодействий верхнее астрофизическое ограничение на миллиард нейтрино $q_e < 1.3 \cdot 10^{-19} e_0$ (e_0 — абсолютное значение заряда электрона) [А. Studenikin, I. Tokarev, Nucl. Phys., **B 396**, 884 (2014)]; данное ограничение является на три порядка по величине более сильным, чем ограничение на миллиард, которое приводится Международной коллаборацией по свойствам элементарных частиц в выпускаемом сводном Обзоре по физике элементарных частиц, содержащем данные об основных характеристиках элементарных частиц и их взаимодействиях.

2. Разработана теория рассеяния нейтрино на атомах мишени, которая позволила опровергнуть име-

ющиеся в литературе утверждения о том, что при учете эффектов связи электронов в атомах мишени происходит чудовищное увеличение (на три порядка по величине) электромагнитного вклада в сечение рассеяния нейтрино [К. Kouzakov, А. Studenikin. Adv. High Energy Phys., 569409 (2014)]. Этот результат играет ключевую роль для правильного анализа данных экспериментов российской коллабора-

ции GEMMA по измерению сечения рассеяния реакторных антинейтрино на мишени на Калининской атомной станции и подтверждает приоритет российского эксперимента на лучшее в мире ограничение на величину магнитного момента нейтрино.

3. Предложен и реализован новый способ получения ограничения на миллиард нейтрино на основе

анализа экспериментальных данных по рассеянию реакторных антинейтрино на мишени в российском эксперименте GEMMA (Калининская атомная станция), получено новое ограничение на миллиард нейтрино [А. Studenikin. Eur. Phys. Lett., **107**, 21001 (2014)].



ВЫСОКОДОБРОТНЫЕ ДИСКОВЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ РЕЗОНАТОРЫ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ МОДАХ С БОЛЬШИМИ АЗИМУТАЛЬНЫМИ ИНДЕКСАМИ



Учеными физического факультета МГУ (проф. Валерий Митрофанов, магистрант Дмитрий Гриценко, кафедра физики колебаний, м.н.с. Артемий Дмитриев, кафедра физической электроники) выполнены теоретические и экспериментальные исследования механических мод колебаний с большими угловыми индексами в дисковых резонаторах, а также разработан метод значительного повышения связи между механической и электрической подсистемами в электромеханических системах.

Микроэлектромеханические системы, в основе которых лежат механические колебательные элементы, соединенные с преобразователями механических колебаний в электрические сигналы, находят сегодня все возрастающее применение в технике, приборостроении, устройствах обработки сигналов, различных химических и биологических сенсорах, в экспериментальной физике. В таких системах многие исследователи надеются в недалеком будущем реализовать состояния, управляемые законами квантовой механики. Добротность механического колебательного элемента является ключевым па-

раметром, определяющим качество и возможности устройств на основе микроэлектромеханических систем, поэтому снижение потерь энергии в них представляется важной задачей. Однако механизмы потерь, способы уменьшения потерь, а также их экспериментальную проверку удобнее изучать в механических резонаторах, имеющих вполне макроскопические размеры.

Цикл работ, выполненных учеными физического факультета МГУ, посвящен теоретическому и экспериментальному исследованию различных мод механических колебаний в резонаторах, имеющих форму диска. Поверхностные моды с большими значе-

ниями углового индекса обладают тем преимуществом, что в них упругие деформации сосредоточены в периферийной области диска. Это позволяет, с одной стороны, значительно снизить потери, обусловленные утечкой энергии в опору резонатора, находящуюся в центре диска, а с другой стороны, обеспечить высокую чувствительность параметров резонатора, таких как собственная частота и добротность, к состоянию поверхности диска, что важно для создания разнообразных сенсоров. Высокодобротные дисковые резонаторы, изготовленные из монокристаллического кремния, позволили исследовать различные механизмы потерь на одном образце ре-

зонатора, используя различные моды колебаний. Кроме того, был экспериментально измерен коэффициент нелинейности для этих мод, имеющий геометрическую природу. Нелинейность важна для многих применений механических резонаторов.

Для электромеханических систем важно также обеспечить максимальную связь между механической и электрической подсистемами. С этой целью была разработана, рассчитана и экспериментально исследована на примере дисковых резонаторов из кремния электромеханическая система, основанная на параметриче-

ском взаимодействии механической моды колебаний с двумя радиочастотными колебательными контурами, связь между которыми, в свою очередь, могла регулироваться. Такая трехмодовая электромеханическая система позволила существенно увеличить электромеханическую связь, особенно в так называемом режиме с разрешенной боковой полосой, когда частота механических колебаний превышает полосу частот радиочастотных контуров. При этом в зависимости от настройки последних была реализована как регенерация, так и демпфирование колебаний механической моды.

Результаты исследований опубликованы в статьях A.V. Dmitriev, D.S. Gritsenko, V.P. Mitrofanov. "Surface vibrational modes in disk-shaped resonators." *Ultrasonics*, **54**, 905 (2014); A.V. Dmitriev, D.S. Gritsenko, V.P. Mitrofanov. "Non-axisymmetric flexural vibrations of free-edge circular silicon wafers." *Phys. Lett.*, **A378**, 673 (2014); A.V. Dmitriev, V.P. Mitrofanov. "Enhanced interaction between a mechanical oscillator and two coupled resonant electrical circuits." *Rev. Sci. Instr.*, **85**, 085005 (2014).



СОЗДАН НОВЫЙ ТИП «УМНЫХ» МАТЕРИАЛОВ — МАГНИТОАКТИВНЫЕ ЭЛАСТОМЕРЫ С ВЫСОКИМ ОТКЛИКОМ НА ВНЕШНИЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

Физиками МГУ (группа проф. Елены Крамаренко, кафедра физики полимеров и кристаллов) совместно с учеными ФГУП ГНИИХТЭОС создан новый тип «умных» материалов — магнитоактивные эластомеры (МАЭ) с высоким откликом на внешние магнитные поля.

В результате НИР совместно с Государственным научно-исследовательским институтом химии и технологии элементо-органических соединений в течение последних 15 лет, создан новый тип так называемых «умных» материалов — магнитоактивные эластомеры (МАЭ) с высоким откликом на внешние магнитные поля.

Полученные МАЭ представляют собой полимерные матрицы с внедренными в них магнитными частицами железа и его оксидов нано- или микроразмера. Они обладают небольшим модулем Юнга (порядка нескольких десятков кПа), что ставит их в промежуточное положение между традиционными жесткими магнитными композитами и магнитоэологическими жидкостями. В отличие от жестких

магнитных эластомеров, в мягкой матрице силы упругости оказываются порядка сил взаимодействия между магнитными частицами в магнитном поле, что позволяет магнитному наполнителю структурироваться вдоль линий магнитного поля подобно тому, как это происходит в магнитных жидкостях. Изменение структуры материала под действием магнитного поля приводит к возникновению новых уникальных свойств МАЭ.

Во-первых, МАЭ демонстрируют значительное изменение вязкоупругих свойств (магнитоэологический эффект) в магнитных полях. Авторами получены материалы, модуль которых увеличивается на несколько порядков в относительно небольших (до 300 мТл) магнитных полях. Это открывает широкие возможности применения МАЭ,

например, для управляемых демпфирующих устройств, уплотнителей, затворов и т.д. Зпатентованы несколько устройств такого типа.

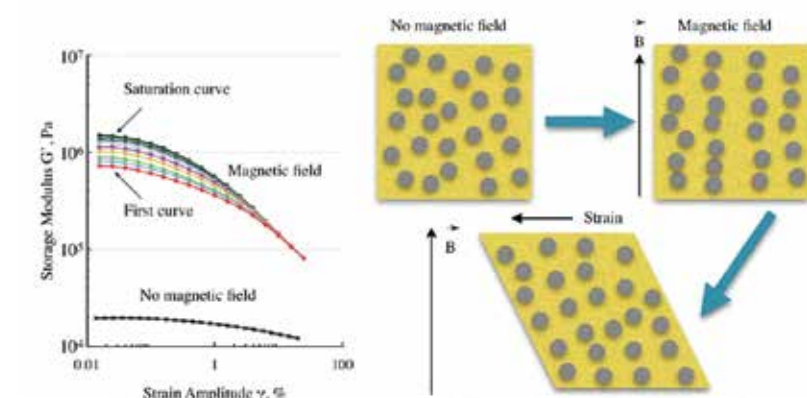
Помимо магнитоэологического эффекта МАЭ обладает рядом других новых уникальных свойств, к которым относятся необычные механические свойства:

- магнитоэтрикционный эффект — уникальная способность к быстрым и контролируемым умеренным (до 10 %) деформациям в однородных магнитных полях. По-видимому, этот эффект обусловлен структурированием магнитного наполнителя под действием магнитного поля;
- магнитодеформационный эффект — уникальная способность к бы-

стрым и контролируемым крупномасштабным (до 100 %) деформациям в градиентных магнитных полях за счет значительного смещения магнитных частиц, встроенных в «мягкую» полимерную матрицу, в область максимального поля;

- новый эффект индуцированной магнитным полем пластичности или памяти формы. Он является, вероятно, самым впечатляющим явлением в МАЭ. Эффект памяти формы наблюдается в МАЭ с достаточно высоким наполнением (~30 об. %). В отсутствие приложенного поля образец из такого материала при механических воздействиях ведет себя в целом как упругое тело. В полях умеренной и большой величины материал из «магнитного каучука» превращается в «магнитный пластилин». Способность восстанавливать свою первоначальную форму резко снижается, и поэтому даже небольших механических напряжений оказывается достаточно, чтобы придать элементу, изготовленному из МАЭ, любые заданные очертания.

Недавно начаты исследования магнитоэлектрических свойств МАЭ и впервые совместно с кафедрой магнетизма (проф. Н.С. Перов и А.С. Семисалова) обнаружен магнитодизлектрический эффект, а именно, управляемая магнитным полем магнитная восприимчивость и диэлектрическая проницаемость материала. В эластомерах на основе порошка



NdFeB — материала, который широко используется для изготовления постоянных магнитов, величина эффекта достигает рекордного на настоящий момент значения 150 %.

Дальнейшее комплексное исследование многофункциональных МАЭ является чрезвычайно актуальным и перспективным как с точки зрения фундаментальной важности нахождения физических закономерностей поведения новых композитов в магнитных полях, так и для создания новых устройств на основе МАЭ.

Результаты опубликованы в серии статей, в том числе в высокорейтинговых журналах: *Soft Matter*, **10**, 8765–8776 (2014); **9**, 11318–11324 (2013); *Macromol. Materials and Eng.*, **299** (9), 1116–1125 (2014); **295** (4), 336–341 (2010); *J. of Magnetism and Magn. Materials*, **324** (21),

3448–3451 (2012). Получены патенты на изобретения: «Магнитный эластомер» (2014), авторы: Крамаренко Е.Ю., Хохлов А.Р., Степанов Г.В., Семисалова А.С., Перов Н.С., Стороженко П.А. N 2012129715; «Управляемое устройство гашения колебаний», N 2411404. (2011), авторы: Крамаренко Е.Ю., А.Р. Хохлов, Г.В. Степанов, Викуленков А.В., Сельков Д.А., Успенский Е.С., Подволоцкий А.Г., Чертович А.В.; «Управляемая опора». N 2404380, (2010), авторы: Михайлов В.П., Борин Д.Ю., Степанов Г.В., Крамаренко Е.Ю., Зобов И.К. N 2009136158; «Активная опора», N 2404381, (2010), авторы: Михайлов В.П., Борин Д.Ю., Степанов Г.В., Крамаренко Е.Ю., Зобов И.К. N 2009136160.



ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСОВ ГРАНТОВ РФ 2014 ГОДА НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ МГУ

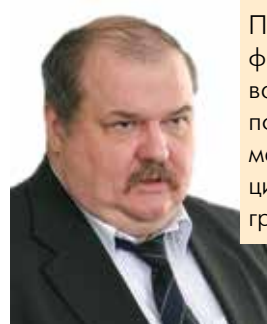
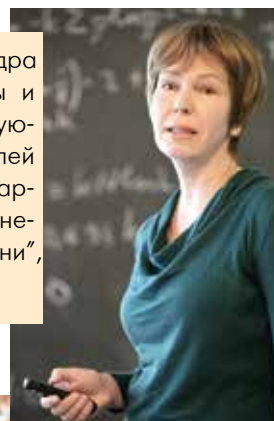
В 2014 г. начал работу Российский Научный Фонд (РНФ), который был создан по инициативе Президента Российской Федерации в целях поддержки фундаментальных и поисковых исследований, развития научных коллективов, занимающих лидирующие позиции в определенной области науки. Сотрудники физического факультета МГУ приняли активное участие в конкурсах этого фонда, объявленных в этом году.

В конкурсе на получение грантов по приоритетному направлению деятельности РНФ **“Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами”** были выиграны следующие гранты:



Доц. **Волошинов В.Б.** (кафедра физики колебаний), “Распространение и акусто-оптическое взаимодействие электромагнитных и акустических волн в фотонных и фононных кристаллах, структурированных средах и наноматериалах”, грант РНФ 14-12-00380.

Доц. **Хохлова В.А.** (кафедра акустики), “Физические основы и разработка мощных фокусирующих ультразвуковых излучателей медицинского назначения для ударно-волнового воздействия на неоднородные биологические ткани”, грант РНФ 14-12-00974.



Проф. **Куницын В.Е.** (кафедра физики атмосферы), “Исследования вариаций космической погоды на разных временных масштабах по данным навигационных спутниковых систем”, грант РНФ 14-17-00637.



Проф. **Образцов А.Н.** (кафедра физики полимеров и кристаллов), “Светоиндуцированные эффекты в эмиссии электронов из углеродных наноструктур”, грант РНФ 14-12-00511.



М.н.с. **Щербаков М.Р.** (кафедра квантовой электроники), “Нелинейная оптика полностью диэлектрических метаматериалов”, грант РНФ 14-12-01144.



Н.с. **Чертович А.В.** (кафедра физики полимеров и кристаллов), “Новый способ самоорганизации блок-сополимеров в ходе синтеза вблизи структурированной поверхности: компьютерный эксперимент, теория и экспериментальная проверка”, грант РНФ 14-13-00683.



Доц. **Сапожников О.А.** (кафедра акустики), “Разработка физико-технических принципов ультразвуковой визуализации структур и сосудов головного мозга через кости черепа”, грант РНФ 14-15-00665.



Академик РАН, проф. **Руденко О.В.** (кафедра акустики), “Новые акустические эффекты с приложениями к материаловедению, диагностике и обработке сигналов”, грант РНФ 14-22-00042.

Поздравляем сотрудников физического факультета — победителей конкурсов РНФ, получивших гранты в 2014!

КОНКУРС МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

В ноябре 2014 года был проведен конкурс научных работ молодых ученых физического факультета МГУ.

На конкурс кафедрами были рекомендованы лучшие научные работы, выполненные молодыми сотрудниками, преподавателями и аспирантами, имеющие характер законченных самостоятельных научных исследований. В конкурсе участвовали молодые ученые не старше 35 лет. В этом году на рассмотрение жюри, со-

стоящего из 10 докторов наук (председатель жюри – профессор Сергей Игоревич Свертилов), было представлено 10 научных работ. Жюри тайным голосованием определило победителей конкурса молодых ученых физического факультета. К награждению почетными дипломами и денежными премиями были представлены следующие сотрудники:



Премия 1 степени

Свяховский Сергей Евгеньевич
ассистент каф. общей физики за работу:
«Динамическая дифракция фемтосекундных лазерных импульсов в фотонных кристаллах»



Иванов Константин Анатольевич
науч. сотр. каф. общей физики и волновых процессов за работу:
«Влияние контраста мощного фемтосекундного лазерного импульса на ускорение горячих электронов в субрелятивистской лазерной плазме».



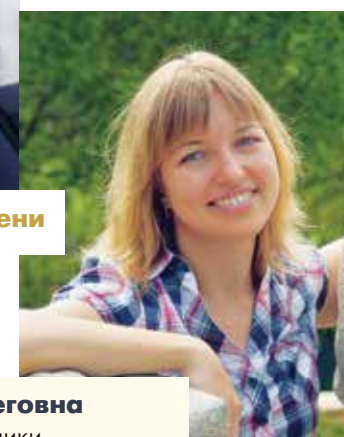
Премия 2 степени

Калиш Андрей Николаевич
науч. сотр. каф. фотоники и физики микроволн за работу:
«Теория магнитооптических эффектов в плазменных структурах»



Премия 3 степени

Игнатьева Дарья Олеговна
ст.науч. сотр. каф. фотоники и физики микроволн за работу:
«Управление поверхностными плазмон-поляритонами в нелинейных средах».



Мы искренне желаем дальнейших творческих успехов и побед всем нашим молодым исследователям-физикам.

НИКОЛАЙ БОРИСОВИЧ БРАНДТ НАГРАЖДЕН ПОЧЕТНОЙ ГРАМОТОЙ ПРЕЗИДЕНТА РФ



Поздравляем!

В соответствии с распоряжением Президента РФ N 319-рп от 9 октября 2014 г. профессор кафедры физики низких температур и сверхпроводимости физического факультета МГУ

НИКОЛАЙ БОРИСОВИЧ БРАНДТ

награжден Почетной грамотой Президента Российской Федерации за «достигнутые трудовые успехи, многолетнюю добросовестную работу и активную общественную деятельность».

Премия им. Померанчука 2014 г. вручена академику РАН, профессору физического факультета МГУ (кафедра квантовой электроники) ЛЕОНИДУ КЕЛДЫШУ



18 сентября 2014 года в Институте теоретической и экспериментальной физики премия имени Померанчука была вручена российскому физiku – академику РАН, профессору кафедры квантовой электроники физического факультета МГУ **Леониду Келдышу**.

Премия имени И.Я. Померанчука — престижная международная премия в области теоретической физики, ежегодно присуждаемая Институтом теоретической и экспериментальной физики. Премия носит имя Исаака Яковлевича Померанчука — выдающегося физика-теоретика. Была учреждена в 1998 году (в год 85-летия со дня рождения И.Я. Померанчука). Согласно статуту на премию не могут быть номинированы Нобелевские лауреаты.

Рассказывая о научном вкладе Леонида Келдыша, Николай Сибельдин подчеркнул, что знает лауреата с 1966 г., когда студентом пришел в ФИАН. В группу, в которой он работал, Леонид Вениаминович приходил обсуждать ход экспериментов.

Высокой премией отмечены выдающиеся результаты Леонида Келдыша в физике твердого тела: создание теории туннельных явлений в полупро-

водниках, диаграммной техники для неравновесных квантовых систем и за предсказание конденсации экситонов.

Выступая перед собравшимися с научным докладом, Леонид Келдыш вспомнил о том, какой яркой личностью был И.Я. Померанчук, и как он выделялся своим талантом на семинаре Ландау. Затем он рассказал о последних открытиях в теории туннельного перехода.

Вторая премия им. Померанчука в 2014 г. была вручена профессору Ратгерского университета (США), зав. лабораторией ИППИ Александру Замолодчикову «за выдающиеся результаты в математической физике: нахождение точных S-матриц в теории интегрируемых систем, построении двумерных конформных теорий поля и точные результаты в ренормгрупповой динамике».

Победа постдока физфака Владимира Зверева в научных боях, организованных совместно Политехническим музеем и Мэрией г. Москвы

Владимир Зверев, постдок кафедры общей физики и физики конденсированного состояния физического факультета МГУ, победил в научных боях, организованных совместно Политехническим музеем и Мэрией г. Москвы.



С 13 июля 2014 г. в парке Горького прошла шестая сессия «научных боев», организованных Политехническим музеем (Генеральный Директор Ю.В. Шахновская) и Департаментом науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы (Зам. руководителя Г.И. Сенченя). Победителем стал докторант физического факультета МГУ (Кафедра общей физики и физики конденсированного состояния) Владимир Игоревич Зверев.

«Научные бои» — один из совместных проектов Департамента науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы и Политехнического музея, в рамках которого молодые ученые (до 35 лет) рассказывают о своих исследованиях простым языком. В своем выступлении ученым запрещено использовать компьютерные презентации, допускаются только подручные материалы, которые они могут принести с собой. Первые «Научные бои» прошли в августе 2013 г. и с тех пор на них выступили 27 человек.

В рамках боев 13 июля 2014 г., пять молодых ученых представили сложные научные концепции простым и доступным языком, имея в своем распоряжении 10 минут. При этом традиционно участники были огра-

ничены в выразительных средствах. Были представлены идеи из области физики, генетики, медицины, биологии и математики. Впервые, научные бои прошли при поддержке Департамента науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы.

В результате зрительского голосования (на мероприятии присутствовало около 200 человек) победа была присуждена Владимиру Звереву, который представил результаты исследования, посвященного созданию управляемых магнитным полем покрытий для имплантатов.

Различные виды эндопротезирования, такие как операции на сосудах с использованием стентов, суставное протезирование, сопряжены с рисками инфекционных осложнений, травм, вызванных имплантатами, а также рестеноза (повторная закупорка сосуда) внутри стентов.

Для предотвращения подобных осложнений необходима адресная доставка биоактивных веществ, таких как лекарственные вещества, противовоспалительные препараты, антипролиферативные агенты. Доставка лекарственных веществ в определенное место и в определенное время, а также контролируемое внешним воздействием их высвобождение остается

насуточной потребностью в современной медицине, вообще и в области методов эндопротезирования, в частности.

Оптимальным способом внешнего управления состоянием покрытия имплантатов представляется воздействие низкочастотного или даже постоянного магнитного поля, которое не вызывает побочных эффектов, и свободно проникает сквозь биологические ткани без ослабления. В настоящее время разработан и запатентован композитный материал для покрытия имплантатов и носителей лекарственных средств, который позволяет контролировать количество и период высвобождения лекарственного препарата. Функциональное покрытие представляет собой материал с магнитокалорическими свойствами (способность изменять температуру при воздействии внешнего магнитного поля). Изменение температуры магнитной компоненты вызывает переход в гидрофильное состояние биосовместимого полимера, находящегося с ним в тепловом контакте.

В.И. Зверев получил приглашение на финальный бой, который пройдет в декабре 2014 г. Коллектив Физического факультета желает ему дальнейших успехов.



23 октября 2014 г. состоялась защита докторской диссертации **Владимира Николаевича Манцевича**, доцента кафедры полупроводников физического факультета МГУ на тему:

“Неравновесные эффекты и нестационарный электронный транспорт в полупроводниковых наноструктурах с межчастичным взаимодействием”

В ноябре 2014 г. состоялась защита докторской диссертации с.н.с. кафедры физики низких температур и сверхпроводимости **Ольги Сергеевны Волковой** на тему:

“Квантовые основные состояния низкоразмерных магнетиков”.

Тенденция миниатюризации устройств микро- и наноэлектроники приводит к необходимости разработки ключевых модулей нанометровых, а в перспективе и субнанометровых размеров с заранее заданными электронными свойствами, где в роли активных элементов будут использованы атомные и молекулярные кластеры или связанные квантовые точки. Уменьшение размеров и понижение размерности полупроводниковых структур приводит к необходимости корректного теоретического описания электронных свойств неравновесных наносистем с сильными электронными корреляциями. В таких системах существенную роль играют нестационарные процессы, которые вызывают перераспределение заряда между электронными состояниями с различными спиновыми конфигурациями.

В диссертации развиты новые методы теоретического описания нестационарных эффектов, особенностей неравновесной кинетики и статистических характеристик электронного транспорта в неравновесных полупроводниковых наноструктурах с сильным межчастичным взаимодействием, а также установлены электронные свойства неравновесных полупроводниковых наноструктур с сильными корреляциями. Полученные результаты позволили объяснить природу ряда особенностей неравновесного электронного транспорта в наноструктурах, таких как: низкочастотные сингулярности в спектрах туннельного тока, возникновение отрицательной туннельной проводимости, “включение” и “выключение” примесных атомов в спектрах туннельного тока, возникновение осцилляций локальной плотности состояний в окрестности поверхностных низкоразмерных структур. Кроме того, в работе развита теория нестационарного электронного транспорта в системах с сильным межчастичным взаимодействием, описывающая особенности переходных процессов в полупроводниковых наноструктурах.

Полученные результаты представляют значительный практический интерес. Детальное исследование особенностей электронного транспорта в системах сверхмалых размеров с сильными кулоновскими корреляциями позволяет применять такие многочастичные эффекты как инверсная заселенность, отрицательная дифференциальная проводимость, пространственное перераспределение заряда для получения полупроводниковых наноструктур с заданными электронными свойствами и создания на их основе новых типов приборов наноэлектроники: устройств динамической памяти, сверхбыстрых зарядовых переключателей, одноэлектронных квантовых насосов и турникетов, высокочастотных детекторов и усилителей, функционирующих на эффекте резонансного туннелирования, аналоговых преобразователей, микросенсоров и излучателей, генерирующих сверхкороткие импульсы, а также эффективных зарядовых ловушек.

В диссертации О.С. Волковой впервые синтезированы новые низкоразмерные объекты и впервые исследован целый ряд новых явлений, связанных с формированием ближнего и дальнего порядка в низкоразмерных магнетиках. Среди исследованных объектов присутствуют силикаты, нитраты, фосфаты и сложные оксиды переходных металлов. Впервые обнаружены уникальные экспериментальные примеры реализации теоретических моделей “флага конфедерата” и “трехмерного Шастри-Сазерленда”.

Концентрированные магнитные системы, которые в силу топологических особенностей не способны к поддержанию дальнего магнитного порядка, при низких температурах реализуют состояние спиновой жидкости. Топологические особенности, препятствующие магнитному упорядочению, сводятся либо к понижению размерности магнитной подсистемы, либо к фрустрации обменного взаимодействия. В отличие от трехмерных магнетиков, двумерные магнетики упорядочиваются

лишь при абсолютном нуле температур, а одномерные системы даже при абсолютном нуле остаются разупорядоченными. Спиновая жидкость в низкоразмерных системах представляет собой сильно коррелированную электронную систему, свойства которой близки к сверхпроводящему конденсату или сверхтекучей жидкости. Основное состояние низкоразмерных систем может быть отделено энергетической щелью от континуума магнитных возбуждений, как это реализуется в изолированных цепочках целочисленных спинов ($S=1$). В изолированной цепочке полуцелочисленных спинов ($S=1/2$), связанных обменным взаимодействием, основное состояние от возбужденных состояний энергетической щелью не отделено. Энергетическая щель в спектре магнитных возбуждений цепочки полуцелочисленных спинов может быть введена за счет альтернирования обменного взаимодействия. В случае предельно сильного альтернирования систему можно рассматривать в качестве ансамбля невзаимодействующих димеров.

Анатолий Петрович СУХОРУКОВ

Коренной москвич, познавший все трудности военного детства, А.П. Сухоруков в 1955 году стал студентом физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и в 1961 г. с отличием окончил кафедру физики колебаний физфака. На эту кафедру он вернулся в 1963 г., поступив в аспирантуру после трех лет работы младшим научным сотрудником в Институте электронных управляющих машин АН СССР.

После окончания аспирантуры А.П. Сухоруков работал на кафедре волновых процессов физического факультета МГУ. В 1967 г. он блестяще защитил кандидатскую диссертацию «Дифракционные пучки в нелинейных средах», выполненную под руководством академика Р.В. Хохлова, а через семь лет, в 1974 г., получил диплом доктора физико-математических наук. Тема его докторской диссертации: «Волновые пучки и импульсы в нелинейных средах».

В 1977 г. Анатолий Петрович стал профессором кафедры волновых процессов. В 1984 г. декан физического факультета В.С. Фурсов назначил его заведующим Отделением радиопизики и электроники. Победив на альтернативных выборах в 1989 г., А.П. Сухоруков становится деканом физического факультета. На этом посту он проработал три трудных года. С 1988 г. до самых последних дней жизни А.П. Сухоруков возглавлял кафедру фотоники и физики микроволн. Так теперь называется кафедра, на которую он пришел студентом.

Обширный круг научных исследований А.П. Сухорукова посвящен исследованию самофокусировки волновых пучков в средах с различными механизмами нелинейности. Проведя гидродинамическую аналогию, он впервые получил ряд точных аналитических решений, описывающих ход лучей в нелинейных средах. Им был разработан универсальный метод безабберационного описания самофокусировки, нашедший широкое применение в научной литературе. Это позволило определить конечное время жизни нелинейного волновода при самофокусировке в релаксационной среде.



10 апреля 2014 г. ушел из жизни выдающийся советский и российский ученый, заведующий кафедрой фотоники и физики микроволн физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова профессор **Анатолий Петрович СУХОРУКОВ**.



А.П. Сухоруков — ученый с мировым именем. Им получены основополагающие результаты в области волновой физики, нелинейной и когерентной оптики, лазерной физики, а также нелинейной акустики и радиофизики. Его работы во многом определили современное развитие этих направлений.

В работах по нелинейной оптике нематических жидких кристаллов (НЖК) им впервые была установлена абберационная природа наблюдавшейся в экспериментах кольцевой структуры самофокусирующегося лазерного пучка. Совместно с коллегами и учениками из ФИАН имени П.Н. Лебедева он обнаружил и описал светоиндуцированный фазовый переход второго рода в НЖК, выявил механизм автоколебаний директора НЖК в непрерывном световом поле.

Другое весьма важное направление исследований А.П. Сухорукова относится к нелинейной оптике атмосферы. Им было предсказано явление самоискривления (самоотклонения) траектории светового пучка в движущейся среде или при его сканировании; выявлены основные свойства тепловой дефокусировки с учетом свободной конвекции. Ему принадлежит цикл пионерских работ по нелинейной адаптивной оптике, а также по нелинейной оптике озоносферы и лазерной фотохимии озона.

А.П. Сухоруков исследовал трехчастотные взаимодействия волновых пучков и пакетов с учетом дифракции и дисперсии. Разработанная им теория позволила понять явление дифракционной некогерентности, выявить дифракционный предел эффективности мощных удвоителей частоты света, сформулировать принцип оптимальной фокусировки, который составляет основу современной техники высокоэффективного преобразования частоты лазерного излучения.

А.П. Сухоруков один из первых развил теорию параметрического взаимодействия и вынужденного рассеяния коротких импульсов с учетом рассогласования групповых скоростей. Он предсказал генерацию гигантского параметрического импульса, имеющего большую амплитуду, чем у волны накачки, и фемтосекундную длительность. Этот эффект и сегодня используется в технике формирования сверхкоротких оптических импульсов.

А.П. Сухоруков открыл новый механизм локализации волновых пучков и импульсов в квадратично-нелинейных средах и предсказал существование параметрических солитонов, обладающих устойчивостью не только в двумерном, но и в трехмерном случае. Пионерские работы А.П. Сухорукова по теории параметрических солитонов получили мировое признание.

В последние годы А.П. Сухоруковым получен ряд новых важных результатов в области фотоники: развита теория формирования параметрических солитонов с малым числом осцилляций и предельно узких векторных пространственных солитонов; впервые теоретически и экспериментально исследовано возбуждение неподвижных и медленных 2D и 3D солитонов в гидродинамических и радиофизических моделях, изучены особенности возбуждения диссипативных солитонов в резонаторах и брэгговских решетках; открыт новый класс сингулярных волн с пространственно-временными дислокациями. Выполнен цикл пионерских работ по теории волноводного распространения в объеме и на поверхности слоистых метаматериалов с отрицательным показателем преломления, был предсказан, а затем экспериментально подтвержден эффект отражения оптических волн от импульсных лазерных пучков другой частоты в нелинейных средах.

А.П. Сухоруков стоял у истоков нелинейной акустики волновых пучков. Он первым начал разрабатывать теорию дифракции узких пучков в средах без дисперсии и применил ее к описанию параметрических акустических антенн. Важное практическое значение имеют его работы по нелинейной акустике стратифицированных сред при наличии ветра.

А.П. Сухоруков был одним из ведущих лекторов физического факультета МГУ. Им создан и более сорока лет успешно читался годовой общий курс «Теория волн». Написанное им совместно с М.Б. Виноградовой и О.В. Руденко учебное пособие по этому курсу, выдержавшее два издания, стало настольной книгой студентов, аспирантов и научных сотрудников.

Научная школа А.П. Сухорукова «Физика волновых взаимодействий в неоднородных и нелинейных средах» развивает традиции, заложенные в Московском университете академиком Р.В. Хохловым. Среди его учеников — более 100 выпускников физического факультета МГУ, 40 кандидатов и 9 докторов наук. Он опубликовал более 400 научных статей и ряд книг. В их числе: А.П. Сухоруков «Нелинейные волновые взаимодействия в оптике и радиофизике» (изд. «Наука», 1988), Ю.Н. Карамзин, А.П. Сухоруков, В.А. Трофимов «Численное моделирование в нелинейной оптике» (изд. МГУ, 1990), Ю.К. Алексеев, А.П. Сухоруков «Введение в теорию катастроф» (изд. МГУ, 1995).

А.П. Сухоруков был членом Российского оптического общества им. С.Д. Рождественского, Американского оптического общества и Международного общества оптических инженеров. Он был членом редколлегий научных журналов: «Известия РАН, сер. физическая», «Physics of Wave Phenomena», «Электромагнитные волны и электронные системы», «Радиотехника и электроника. Электронный выпуск». За выдающийся вклад в науку А.П. Сухоруков удостоен Ленинской премии (1988), Государственной премии СССР (1984), Ломоносовской премии (2006), а в 2013 г. был награжден Орденом Дружбы.

Все, кому посчастливилось лично быть знакомыми с Анатолием Петровичем, навсегда запомнят его как замечательного, разносторонне образованного человека, великого труженика, интересного собеседника, бесконечно влюбленного в нелинейную оптику и лазерную физику. Завершая статью, хочу сказать еще об одном «достижении» Анатолия Петровича. Это его сын — Андрей Анатольевич, известный ученый, активно и плодотворно работающий в области теории распространения лазерных импульсов и солитонов, которого он сумел увлечь, показав красоту и величие нелинейной оптики.

*Зав. кафедрой Общей физики и волновых процессов,
директор МЛЦ МГУ В.А. Макаров*

Владимир Константинович АРКАДЬЕВ

Московский университет в истории российской науки занимает исключительное место. Все годы своего существования он был не только кузницей мыслящей прослойки российского общества, но и позволял сохранять и развивать научные направления, которые по прошествии короткого времени оказывались определяющими в развитии той или иной области человеческих знаний. Судьба Владимира Константиновича Аркадьева является ярким примером такой роли Московского университета в жизни общества.

К началу двадцатого века теория электромагнитного поля, уже ставшая орудием исследования физических явлений в оптике, еще не стала таковой при исследованиях поведения вещества в электромагнитном поле. В 1907 и 1908 гг., изучая отражение электромагнитных волн от металлических решеток, В.К. Аркадьев обнаружил сильное ослабление проявления ферромагнитных свойств вещества в области сантиметровых волн. Анализируя свои экспериментальные результаты, В.К. Аркадьев пришел к двум смелым идеям, оказавшимся весьма плодотворными. Во-первых, он заключил, что параметры вещества, в частности, магнитная проницаемость, зависят от частоты поля. Во-вторых, для учета явления гистерезиса, заключающегося в отставании изменений индукции от периодических изменений магнитного поля и сопровождающегося необратимыми потерями энергии электромагнитного поля при перемагничивании ферромагнетика, он предложил ввести добавочный параметр — магнитную проводимость вещества ρ . Благодаря этому В.К. Аркадьеву удалось уравнения Максвелла придать симметричную форму.

Кроме того, для гармонических процессов в магнетиках В. К. Аркадьев ввел комплексную магнитную проницаемость аналогично комплексной электрической проницаемости. Среда, характеризующаяся указанными четырьмя параметрами, была названа Аркадьевым «бикомплексной средой».

Пользуясь этими представлениями, В.К. Аркадьев построил стройную теорию магнитной дисперсии свойств вещества. Он впервые указал, что изучение магнитной дисперсии (подобно оптической дисперсии) открывает большие перспективы для определения различных величин, характеризующих свойства молекул (или их комплексов). Поэтому приложение своей теории к изучению свойств вещества Аркадьев называл «магнитной спектроскопией». Плодотворность такой трактовки стала особенно ясна в последние годы, когда в связи с совершенствованием радиотехнических методов сантиметровые и дециметровые волны стали широко применяться для целей спектроскопии не только молекул и атомов, но даже атомных ядер.

Объясняя исчезновение ферромагнитных свойств вещества в быстропеременных полях конечной скоростью возникновения и распространения намагничивания, В.К. Аркадьев ввел представление о «магнитной вязкости» вещества, на протяжении многих лет оказавшееся плодотворным при изучении условий перемагничивания. Свою теорию намагничивания он назвал «магнитодинамикой» и видел в ней развитие и углубление классических идей Максвелла.

Пользуясь этими представлениями, В.К. Аркадьев построил стройную теорию магнитной дисперсии свойств вещества. Он впервые указал, что изучение магнитной дисперсии (подобно оптической дисперсии) открывает большие перспективы для определения различных величин, характеризующих свойства молекул (или их комплексов). Поэтому приложение своей теории к изучению свойств вещества Аркадьев называл «магнитной спектроскопией». Плодотворность такой трактовки стала особенно ясна в последние годы, когда в связи с совершенствованием радиотехнических методов сантиметровые и дециметровые волны стали широко применяться для целей спектроскопии не только молекул и атомов, но даже атомных ядер.

Объясняя исчезновение ферромагнитных свойств вещества в быстропеременных полях конечной скоростью возникновения и распространения намагничивания, В.К. Аркадьев ввел представление о «магнитной вязкости» вещества, на протяжении многих лет оказавшееся плодотворным при изучении условий перемагничивания. Свою теорию намагничивания он назвал «магнитодинамикой» и видел в ней развитие и углубление классических идей Максвелла.



*Владимир Константинович
Аркадьев*

Наряду с научными приложениями своей теории намагничивания (которую В.К. Аркадьев разрабатывал и совершенствовал до последних дней жизни), он всегда стремился применить научные достижения к практике. В ряде его собственных работ и работ его школы строилась теория поверхностного эффекта с учетом магнитной проводимости, уточнялись и заново создавались методы расчета магнитных характеристик при технических расчетах, изучались вопросы намагничивания и размагничивания тел различной формы и решались другие проблемы прикладного характера. Эти работы нашли в свое время завершение в известной двухтомной монографии В.К. Аркадьева «Электромагнитные процессы в металлах», вышедшей в 1934 и 1936 гг.



В дни двухсотлетия Академии Наук СССР (сентябрь 1925 года).
На снимке — проф. М. Планк с женой и проф. Ч. Раман.

Генератор, получивший название «массовый излучатель» — он давал «белое излучение», охватывавшее интервал длин волн от нескольких сантиметров до 0,08 мм, т. е. перекрывавшее весь промежуток между «оптической» и, так сказать, «контурной» частями электромагнитного спектра — был построен супругой В.К. Аркадьева К.А. Глаголевой-Аркадьевой.

В.К. Аркадьев, развивая мысль Лебедева, предложил создать генератор со сменными вибраторами — металлическими опилками, взвешенными в вязком масле. Эта идея была реализована в 1922 году его супругой, проф. Московского университета К.А. Глаголевой-Аркадьевой.

Из других работ в области электромагнетизма, выполненных В.К. Аркадьевым, наиболее интересны изящные работы по наблюдению баркгаузенского шума при перемещении, осуществленные весьма простым и убедительным методом, а также блестящий опыт с «парящим магнитом». Он поместил в жидкий гелий свинцовую пластинку и бросил на нее небольшой магнит. Возникшие при этом в сверхпроводящей пластинке токи были так велики, что благодаря электромагнитному взаимодействию с ними магнит после нескольких движений вверх и вниз «парил», висая над пластинкой почти неподвижно.

Среди различных работ В.К. Аркадьева, посвященных другим областям физики, очень интересна

и своеобразна работа по френелевой дифракции, выполненная им и его сотрудниками А.С. Беркманом и Н.Н. Яковлевым. Во многие учебники физики вошли прекрасные фотографии, впервые помещенные в указанной работе, ярко и доходчиво иллюстрирующие различные важнейшие и принципиальные моменты явления дифракции Френеля (например, появление при определенных геометрических соотношениях светлой точки на «тени» от круглого непрозрачного экрана и, наоборот, темной точки в центре светлого кружка при освещении круглого отверстия; остроумный опыт, доказывающий тождественность дифракционной картины от острого клинка и от края «стеклянной башни диаметром 80 м», и ряд других). Эта работа весьма интересна сопоставлением дифракционных явлений с теорией, убедительно показывающим справедливость теории. Пожалуй, наиболее интересен описанный в работе метод моделирования (основанный на легко выводимых из общей теории формулах подобия), который позволяет получать уменьшенные дифракционные картины, отвечающие условиям, обычно не встречающимся в лабораторной экспериментальной практике, например, при расстояниях порядка десятков километров и для больших дифрагирующих экранов, таких, как тарелка или человеческая рука. Этими опытами, в частности, было ясно показано, что

детали френелевой дифракционной картины совсем не обязательно должны быть мелкими, наблюдаться только с помощью лупы.

На первый взгляд кажется, что эта работа стоит особняком. На самом деле и здесь проявляется все та же тенденция В.К. Аркадьева всесторонне освещать проблемы взаимодействия электромагнитного излучения и вещества. Есть основания утверждать, что одно время он предполагал подойти к изучению вещества со стороны дифракционных явлений.

Значительный интерес представляет также работа, выполненная В.К. Аркадьевым совместно с Н.В. Баклиным. Они сконструировали импульсный генератор высокого напряжения, описанный Аркадьевым в 1925 г. под названием «искровой трансформатор». Этот прибор состоял из системы параллельно включенных конденсаторов. При заряде их до достаточно высокого потенциала возникал пробой искровых промежутков, в результате чего конденсаторы включались последовательно, и напряжение на выходе прибора соответственно возрастало. Построенные на таком принципе генераторы, называемые иногда «генераторами молний», применялись в исследованиях, требовавших сверхвысоких напряжений.

В.К. Аркадьев не был ученым, полностью углубленным в свои собственные научные идеи, ничего не замечая вокруг себя. Еще в 1919 г. он, объединив вокруг себя энтузиастов научных исследований, создал лабораторию им. Максвелла, сыгравшую исключительную роль в сохранении и развитии в России науки о магнетизме. Многие его научно-исследовательские работы теоретического и практического значения стали классическими и являются славными страницами в развитии русской науки в области магнетизма, электродинамики и оптики. Общее число его учеников составляет тысячи, все они работают на благо Родины.

Литература

1. Б.А. Введенский и Н.Н. Малов. О научном значении работ В. К. Аркадьева. В кн. В. К. Аркадьев. Избранные труды. М., 1961.
2. В.И. Козлов. Владимир Константинович Аркадьев. М., 2008.

В.К.Козлов

ПРОГРАММА «МГУ — ШКОЛЕ»

Работу по созданию новых школьных учебников геометрии наш авторский коллектив начал 35 лет назад, в конце 70-х годов прошлого века. В авторский коллектив входили три сотрудника физического факультета — профессора Э.Г. Позняк, В.Ф. Бутузов и доцент С.Б. Кадомцев, а также профессор педагогического института Л.С. Атанасян и две опытные школьные учительницы математики — И.И. Юдина и Л.С. Киселева. Научным руководителем работы был академик А.Н. Тихонов.

Необходимость создания новых школьных учебников математики была вызвана тем, что в конце 70-х годов действующие учебники были подвергнуты критике, и было принято решение об их замене.

Вначале по создаваемым нами учебникам (они назывались тогда пробными) проводился эксперимент в ряде школ РСФСР, а повсеместно в школах Советского Союза был внедрен директивно учебник геометрии, написанный академиком А.В. Погореловым. В 1986-88 гг. был проведен всесоюзный конкурс школьных учебников математики. В номинациях «Геометрия, 7-9 классы» и «Геометрия, 10-11 классы» наши учебники стали победителями конкурса, а учебники А.В. Погорелова заняли призовые места (соответственно второе и третье). Министерство просвещения СССР дало право учителям выбирать для работы любой учебник из списка, рекомендованного министерством. В этот список вошли все учебники, хорошо зарекомендовавшие себя в конкурсе.

География использования наших учебников геометрии стала постепенно расширяться, популярность учебников росла с каждым годом. Нас (авторов) ежегодно приглашали на курсы повышения квалификации школьных учителей во многие областные центры для рассказа о наших учебниках, их содержании, структуре, методических особенностях.

Получилось так, что в настоящее время по учебникам геометрии, созданным на физическом факультете МГУ, учатся миллионы школьников России и некоторых стран СНГ. По данным издательства «Просвещение» около 90 % школ РФ используют в учебном процессе эти учебники.

Но наша работа над школьными учебниками геометрии не закончилась с победой в конкурсе. В разные годы в соответствии с изменениями в Государственном образовательном стандарте мы вносили некоторые коррективы в наши учебники, разработали к ним электронное приложение, написали дополнительные главы для школ и классов с углубленным изучением математики. Неумолимое время урезало наш авторский коллектив. Уже нет с нами нашего научного руководителя выдающегося ученого Андрея Николаевича Тихонова, роль которого в создании новых школьных учебников математики невозможно переоценить. Нет с нами наших старших товарищей Э.Г. Позняка и Л.С. Атанасяна.

Задумав написать углубленный курс планиметрии для физико-математических школ и классов, мы обратились к В.А. Садовничему с просьбой быть нашим научным куратором в этой работе. К нашей радости Виктор Антонович согласился. Учебник для углубленного изучения планиметрии был издан в 2005 г. под редакцией В.А. Садовничего. С тех пор он является научным руководителем нашей работы, связанной со школьными учебниками геометрии.

Большинство школьников России изучают геометрию по учебникам, созданным на физическом факультете МГУ.

Эта работа — одна из составляющих большой программы «МГУ — школе», которой руководит наш ректор.



Следующим этапом нашей работы стало понимание того, что можно сделать еще более хорошие учебники геометрии и для общеобразовательной (массовой) школы. Шесть лет назад мы начали создавать новый учебно-методический комплект по геометрии для общеобразовательной школы, с этой целью привлекли в наш авторский коллектив В.В. Прасолова, хорошо известного человека в мире школьной математики. За последние шесть лет написаны и изданы издательством «Просвещение» новые учебники геометрии для 7-го, 8-го, 9-го и 10-11-го классов под редакцией В.А. Садовничего. Мы старались сохранить в них все хорошее, что было и есть в наших старых учебниках, по которым учится сейчас большинство школьников России, и улучшить то, что требовало улучшения. Это относится и к теоретическому материалу, и, в особенности, к системе задач.

На новые учебники получены положительные экспертные заключения комиссий по школьному образованию РАН и РАО, они рекомендованы Министерством образования и науки РФ для использования в школе. В ряде школ России уже в течение 5-ти лет проходит экспериментальное опробование новых учебников геометрии, а в г. Севастополе, начиная с этого учебного года, все школы перешли на эти учебники. Автору этой заметки довелось в конце октября выступать в г. Севастополе на курсах учителей математики с рассказом о новых учебниках геометрии и их особенностях. Интерес к этим учебникам проявляют учителя многих городов. За последние два года авторы выступали перед учителями в городах Томске, Самаре, Сургуте, Краснодаре, Мурманске, Уфе и неоднократно в Москве.

Многие учителя дают высокую оценку новым учебникам, отмечая и достоинства изложения материала, и красочное оформление учебников, в чем, несомненно, заслуга издательства «Просвещение». Привлекает учителей и тот факт, что одновременно с учебниками издано их учебно-методическое сопровождение — «Методические рекомендации» и «Дидактические материалы» для учителя, «Рабочие тетради» и «Тематические тесты» для ученика.

Авторы нового учебно-методического комплекта по геометрии, созданного на физическом факультете в рамках программы «МГУ-школе», надеются, что он поможет сохранить в нашей стране высокий уровень школьного математического образования, что всегда было характерной чертой российской школы.

В.Ф. Бутузов

НЕСКУЧНЫЕ УРОКИ ФИЗИКИ. РАБОТА СО ШКОЛЬНИКАМИ

В осеннем семестре 2014 г. на физическом факультете была продолжена работа в рамках совместной программы Московского Университета и Департамента образования г. Москвы «МГУ — школе». Работа велась сразу по нескольким направлениям.



Состоялись очередные лекции лектория по физике в Центральной Физической Аудитории. Две из них были посвящены физике лазеров и нелинейной оптике (доцент Головин И.В. и профессор Макаров В.А.). Школьники услышали рассказ об этих разделах физики, о современных лазерных технологиях, увидели много интересных демонстрационных экспериментов. Яркие физические демонстрации, подготовленные кабинетом физических демонстраций, сопровождали и третью лекцию академика РАН, профессора Черепашука А.М. о поисках жизни во Вселенной. Эта лекция была выдвинута МГУ на конкурс лучших лекций программы «Университетские субботы».

Значительно расширился круг школ, ученики которых побывали на мероприятии нашего факультета «Нескучные уроки по физике», и программа мероприятия стала более разнообразной. В этом семестре в проведении экскурсий и занятий практикума со школьниками приняли участие, помимо сотрудников отдела нового приема, сотрудники 11 кафедр физического факультета: общей физики, молекулярной физики, общей физики и физики конденсированного состояния, оптики, спектроскопии и физики наносистем, акустики, физики колебаний, физики твердого тела, физики полимеров и кристаллов, атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники, квантовой теории и физики высоких энергий, общей ядерной физики. 227 школьников из 8 школ Москвы, школы Архангельской области и Новочебоксарска побывали на обзорных экскурсиях по физическому факультету, 296 школьников из 6 школ выполнили подготовленные для них работы в физическом практикуме (многие — по 3-4 работы по разным разделам физики). И экскурсии, и особенно лабораторные работы вызвали у школьников очень большой интерес.

Продолжила свою работу Вечерняя физическая школа, в которой проводились бесплатные занятия по физике для школьников 7–9 классов. Сотрудники и студенты физического факультета активно участвовали в подготовке команды Москвы к участию во Всероссийской олимпиаде по физике и национальной команды России — к участию в Международной олимпиаде, в проведении профильных семинаров и выездных школ по подготовке московских школьников к олимпиадам по физике, в работе летней научной школы Московского университета «ЛАНАТ» (Лаборатории научного творчества СУНЦ МГУ). Стартовали отборочные туры олимпиад по физике, проводимых при участии физического факультета — «Ломоносов», «Покори Воробьевы Горы!», Московской олимпиады школьников, Турнира имени М.В. Ломоносова, Турнира Юных Физиков, прошли отборочный и финальный этапы конкурса научных работ школьников МГУ-Intel «Ученые будущего».

Часть наших мероприятий традиционно были ориентированы на методическую работу с учителями школ. Наибольший интерес вызвали два методических семинара для учителей.