

НОВОСТИ НАУКИ



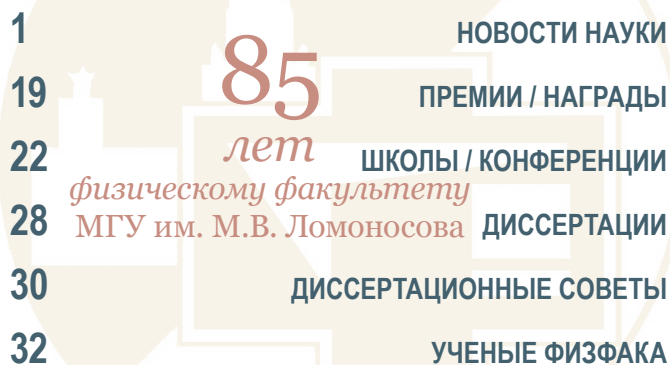
Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова № 2/2018

Из материалов доклада
декана физического факультета
профессора Н.Н. Сысоева
На заседании Ученого совета
совместно с Профессорским собранием
(от 27.09.2018 г.)

На пороге своего 85-летия физический факультет Московского университета активно развивается, продолжая лучшие традиции отечественной науки и образования.



СОДЕРЖАНИЕ



ISSN 2500-2384

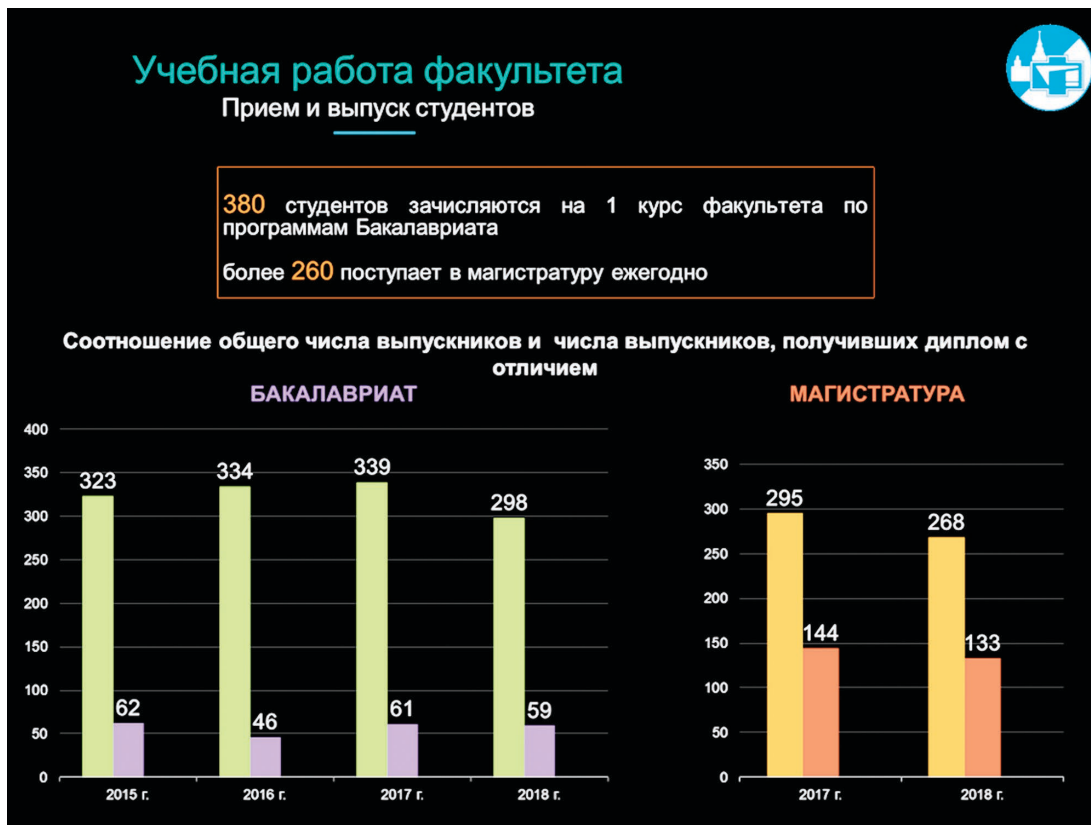
Это подтверждается результатами международных рейтингов.

Подготовка кадров для научной деятельности начинается с работы со школьниками, которой на факультете уделяется большое внимание.

Это позволяет поддерживать конкурс на достаточно высоком уровне. Количество поданных абитуриентами заявлений растет.

Поступивших без вступительных испытаний стало больше и больше стало абитуриентов, поступивших с льготами по олимпиадам, а это наиболее подготовленная и целеустремленная часть поступающих.

Аспиранты факультета — это самое молодое и очень активное звено научных исследователей. В аспирантуру факультета каждый год зачисляется около 100 чело-



век. Подавляющее большинство (порядка 96 %) аспирантов — выпускники факультета. В 2017 г. впервые в аспирантуру факультета поступали выпускники магистратуры. На факультете в среднем обучается

280 аспирантов. Обучение длится 4 года по всем специальностям, кроме специальностей направления «Науки о Земле», по которым аспиранты обучаются 3 года.



Аспирантура традиционно на физическом факультете считается преимущественно научной деятельностью, многие аспиранты ведут научную работу в том числе в кооперации с зарубежными коллегами из ведущих университетов мира — США, Германии, Великобритании, Японии, Франции, Италии и других стран.

В настоящее время в университете действует 92 диссертационных совета МГУ, примерно 10 % которых работает на физическом факультете.

За время работы новых диссертационных советов (2017–2018 гг.) было защищено 54 диссертации. Из них 6 докторских и 48 кандидатских.

Современной тенденцией является оценка работы научной организации по количеству публикаций ее сотрудников и их цитированию. Видно, что ежегодно публикационная активность факультета возрастает — количество статей в престижных международных журналах увеличилось примерно на 30 % и наблюдается рост суммарного импакт-фактора сотрудников факультета.

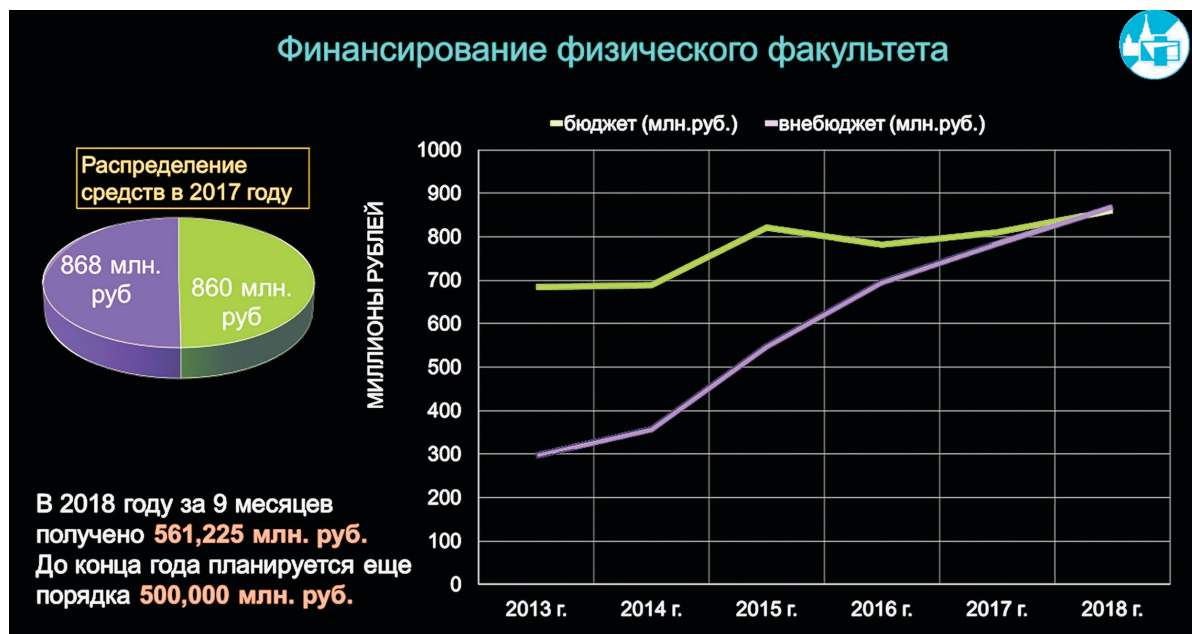
Факультет активно развивает издательскую деятельность. «Вестник Московского университета. Физика. Астрономия» издается шесть раз в год, переводится на английский язык и распространяется онлайн издательством на платформе Springer. индексируется во всех основных библиографических базах, включая Web of Science, Scopus и РИНЦ. Он единственный из серии журналов «Вестник Московского университета» имеет импакт-фактор, который при этом постоянно растет.

Начиная с 2013 года, на физическом факультете издается бюллетень «Новости науки», выпускаемый два раза в год на русском и английском языках. Бюллетень размещается на сайте физического факультета в разделе «Наука», рассылается по научным и образовательным учреждениям России и раздается гостям Дней открытых дверей и Фестивалей науки в Московском университете.



Финансирование физического факультета осуществляется за счет бюджетных и внебюджетных источников. Внебюджетное финансирование формируется главным образом из средств, полученных при выполнении НИР и ОКР, а также от платного обучения.

Соотношение между источниками финансирования существенно изменилось за последние годы. Стоит заметить, что в 2017 году объем средств, полученных из внебюджетных источников, даже немного превысил средства от бюджетного финансирования.



ФИЗФАКУ – 85!

29 ноября 2018 года в актовом зале Шуваловского корпуса Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова состоялось торжественное заседание, посвященное 85-летию физического факультета.



Открыли заседание ректор Московского университета академик Виктор Антонович Садовничий и декан физического факультета профессор Николай Николаевич Сысов. Ректор сердечно поздравил коллектив факультета с юбилеем. В.А. Садовничий также отметил, что факультет активно развивается и по праву считается признанным авторитетом русской физической школы в России. Меняется инфраструктура, открываются новые кафедры, расширяются центры коллективного пользования. Невозможно не отметить постоянный рост финансирования по показателю средств, привлеченных из внебюджетного финансирования.



Декан поблагодарил ректора за поздравление и в свою очередь от лица физического факультета вручил первую золотую медаль за «Значительный вклад в развитие научных, образовательных и общественных традиций Физического факультета».



Под звуки Гимна Московского университета ректор вручил заведующим отделениями физического факультета «Благодарность ректора»: профессору Борису Иосифовичу Садовникову, профессору Александру Николаевичу Боголюбову, профессору Александру Николаевичу Васильеву, профессору Владимиру Анатольевичу Макарову, профессору Михаилу Игоревичу Панасюку и профессору Константину Александровичу Постнову.





Продолжилось заседание выступлением Н.Н. Сыроева с юбилейным докладом о факультете, об истории, о достижениях и о взглядах на будущее. Декан рассказал об актуальных научных исследованиях, об учебном процессе и отметил важную новость – переход к специалитету в следующем учебном году: «Московский университет получил право вести образовательную деятельность по программе 6-летнего специалитета по новой специальности 03.05.02 — Фундаментальная и прикладная физика, разработанной физическим факультетом МГУ».



В заключение, декан поздравил сотрудников, профессоров, преподавателей, научных сотрудников, технический персонал факультета, всех выпускников, студентов и аспирантов с 85-летием факультета и поблагодарил за их вклад в формирование современного облика физфака!

На собрании с поздравлениями выступили заместитель председателя правительства Российской Федерации Юрий Иванович Борисов; первый заместитель министра науки и высшего образования Российской Федерации Григорий Владимирович Трубников; президент Ассоциации российских банков, выпускник физического факультета Гарегин Ашотович Тосунян; директор Физического института РАН Николай Николаевич Колачевский; директор ИОФАН РАН Сергей Владимирович Гарнов, а также деканы физических факультетов из 50 университетов России; деканы факультетов и директора научных институтов Московского университета и Российской академии наук.

Заседание завершилось выступлением Академического хора МГУ под руководством заслуженного работника культуры РФ М.С. Аскерова. Вместе с хором «Дубинушку» пел весь зал: «Будь жив! Будь здоров, наш физфак!»

Обращение декана физического факультета Н.Н. Сысоева:

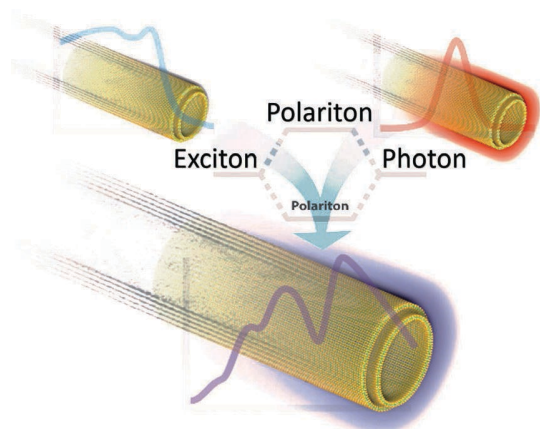
«Нам 85 лет. Это 85 лет становления физической школы в России, 85 лет плодотворной работы, направленной на увеличение научно-образовательного потенциала нашей страны. Совмещение накопленного опыта научной школы и применения новейших технологий дает нам возможность успешно решать задачи в самых различных областях.»

«Все это возможно благодаря Вам – людям Московского университета. Нашим сотрудникам, аспирантам, студентам и выпускникам. Мы надеемся вместе с Вами достигнуть новых высот в науке и образовании!»

Пресс-служба физического факультета МГУ



Нанотрубки дисульфида вольфрама — основа для новых фотонных устройств



Сотрудники физического факультета МГУ в тесном сотрудничестве с учёными факультета наук о материалах МГУ, Института Вейцмана (Израиль), Тель-Авивского университета (Израиль) и Института Йозефа Стефана (Словения) показали наличие уникального взаимодействия света с веществом в суспензиях и тонкопленочных самосборках нанотрубок дисульфида вольфрама, которые являются одними из самых известных и «старейших» аналогов всемирно известных углеродных нанотрубок.

Особенности оптических свойств дисульфидных нанотрубок.

В работе впервые детально рассмотрены удивительные оптические свойства неорганических нанотрубок на основе дисульфида вольфрама, которые были впервые открыты еще в 1992 году профессором Решефом Тенне (Институт Вейцмана, Израиль), руководившим большим блоком работ и в данном исследовании. Несмотря на то, что к настоящему времени освоен синтез дисульфидных нанотубулярных структур в полупромышленном масштабе и разработан ряд нанокомпозитов и электронных устройств на их основе, долгое время в изучении оптических свойств дисульфидных нанотрубок сохранялся ряд существенных «пробелов». Спектры экстинкции суспензий нанотрубок WS₂, имеющие набор особенностей в видимой и инфракрасной области спектра, ошибочно интерпретировались как набор экситонных пиков поглощения. Однако данный подход требовал объяснения существенному сдвигу положений наблюдаемых экситонных пиков по сравнению со спектрами объемных образцов дисульфида вольфрама и различий спектральной формы экстинкции у суспензий и частично упорядоченных пленок на основе дисульфидных нанотрубок.

На основании впервые проведенных комплексных измерений оптических свойств суспензий нанотрубок WS₂ ученые из Института Вейцмана и факультета наук о материалах МГУ показали, что особенностью таких наноструктур является сильное рассеяние света, вклад которого маскирует экситонные пики, проявляющиеся лишь в спектрах истинного поглощения и практически в точности совпадающие по энергии с экситонными пиками в объемном WS₂.

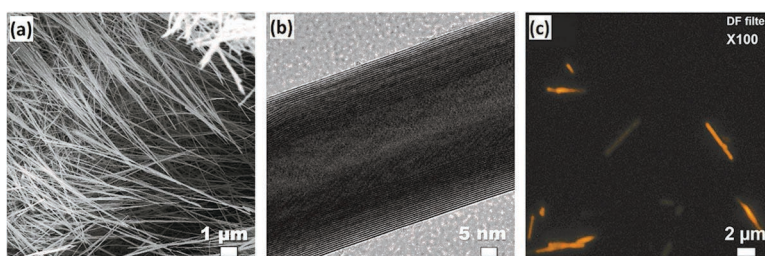
Более детальное экспериментальное изучение оптических спектров экстинкции и отражения, подкрепленное моделированием методом конечных разностей во временной области и по феноменологической модели связанных осцилляторов показало сильное взаимодействие света с веществом и формирование экситон-поляритонов в рассматриваемой системе. Данный блок исследований был проведен сотрудниками Института Вейцмана и лаборатории нанофото-

ники и метаматериалов физического факультета МГУ под руководством профессора А.А. Федянина. Было установлено, что нанотрубки WS₂ играют роль квазиодномерных поляритонных наносистем и проявляют одновременно экситонные особенности и резонаторные моды в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах.

«Результаты, полученные в данном масштабном, поистине международном исследовании, позволяют рассматривать нанотрубки дисульфида вольфрама в качестве основы для новых фотонных устройств, элементов оптических схем. Кроме того, знания о столь нетривиальных оптических особенностях данных наноструктур позволят по-новому взглянуть на свойства композитов плазмонных наночастиц золота и серебра с дисульфидными нанотрубками, активно изучаемых молодыми учеными факультета наук о материалах МГУ», — рассказал соавтор статьи Александр Поляков.

Более подробное обсуждение необычной дисульфидной системы, новых нанокомпозитов на основе тубулярных и луковичных наноструктур дисульфидов молибдена и вольфрама, их неорганический дизайн, анализ функциональных свойств и применений авторы опубликовали в недавнем обзоре в ведущем журнале «Успехи химии».

«Strong light–matter interaction in tungsten disulfide nanotubes». L. Yadgarov, B. Višić, T. Abir, R. Tenne, A.Yu. Polyakov, R. Levi, T.V. Dolgova, V.V. Zubyuk, A.A. Fedyanin, Eu.A. Goodilin, T. Ellenbogen, R. Tenne and D. Oron. *Physical Chemistry Chemical Physics*. Issue 32, 2018.



Нанотубулярные структуры на основе дисульфида вольфрама.

Новые регистрации гравитационных волн

Научные коллаборации LIGO и Virgo объявили о четырех новых регистрациях гравитационных волн. Обсерватории также выпустили первый каталог событий, в которых были зарегистрированы гравитационные волны.

1 декабря 2018 года участники проходившей в США конференции по гравитационно-волновой физике и астрономии представили новые результаты по регистрации гравитационных волн от столкновения и слияния космических объектов. К настоящему времени два детектора коллаборации LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) и европейский детектор гравитационных волн Virgo достоверно обнаружили гравитационные волны от 10 событий, вызванных слиянием черных дыр и от одного, вызванного слиянием нейтронных звезд. О шести событиях, вызванных слияниями двойных черных дыр, сообщалось ранее, а о четырех новых регистрациях гравитационных волн от таких источников объявлено впервые. В проекте участвуют более 1200 ученых из 100 институтов различных стран, объединившись в Научную коллаборацию LIGO (LIGO Scientific Collaboration). Россия представлена двумя научными коллективами: группой физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова и группой Института прикладной физики РАН (Нижний Новгород). Результаты новых исследований опубликованы 3 декабря в двух научных публикациях в arXiv (<https://arxiv.org/abs/1811.12940> и <https://arxiv.org/abs/1811.12907>), а каталог всех зарегистрированных гравитационно-волновых событий доступен на сайте LIGO DCC.

Во время первого цикла наблюдений, длившегося с 12 сентября 2015 года по 19 января 2016 года, непосредственно после модернизации детекторов, ученые LIGO обнаружили гравитационные волны от трех слияний двойных черных дыр. Во втором наблюдательном цикле, с 30 ноября 2016 года по 25 августа 2017 года, было обнаружено одно слияние двойных нейтронных звезд и еще семь слияний двойных черных дыр, включая четыре новые регистрации гравитационных волн, обозначенные как GW170729, GW170809, GW170818 и GW170823 на основе дат, когда они были обнаружены.

Все зарегистрированные события собраны в единый каталог, о котором также было сообщено на конференции. При этом прозвучали новые рекордные значения параметров сливающихся объектов. Так, например, новое событие GW170729, обнаруженное во втором наблюдательном цикле, было вызвано гравитационными волнами от самого массивного и отдаленного источника из когда-либо наблюдавшихся. В этом слиянии, которое произошло примерно 5 миллиардов лет тому назад, энергия, эквивалентная почти пяти солнечным массам, была преобразована в гравитационное излучение.

Событие GW170814 было первым слиянием двух черных дыр, зарегистрированным сетью из трех детек-

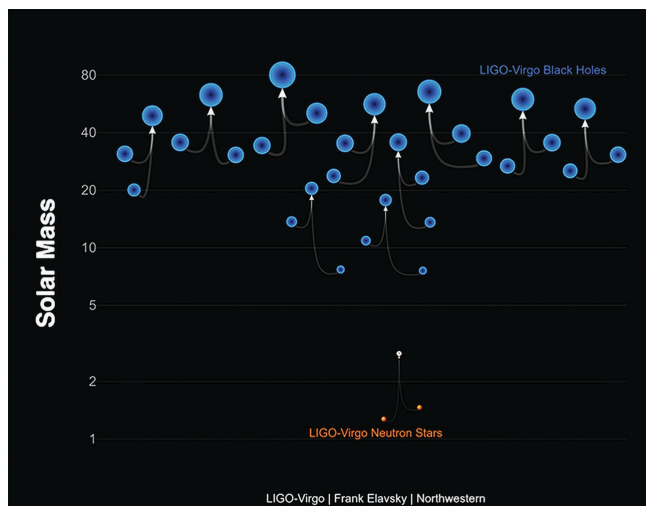


Схема всех астрономических событий, гравитационные волны от которых были зафиксированы коллаборациями LIGO и Virgo // Источник: LIGO DCC

торов. Оно позволило провести первые исследования поляризации гравитационных волн (аналогичные поляризации света). Три дня спустя было обнаружено событие GW170817, в котором впервые наблюдались гравитационные волны от слияния двух нейтронных звезд. Более того, это столкновение наблюдалось как в гравитационных волнах, так и в оптическом диапазоне, что ознаменовало собой новую главу в многоканальной астрономии, в которой космические объекты наблюдаются одновременно в разных формах излучения.

Положение источника одного из новых событий GW170818, зарегистрированного детекторами LIGO и Virgo, было определено на небе с наивысшей точностью. Положение двух слившихся черных дыр, расположенных на расстоянии 2,5 миллиарда световых лет от Земли, было идентифицировано на небе с точностью 39 квадратных градусов. Это делает его вторым по точности локализации источником гравитационных волн, следующим за GW170817, когда были зарегистрированы волны от слияния нейтронных звезд.

«За 14 месяцев наблюдений детекторы LIGO и Virgo 11 раз зарегистрировали гравитационные волны от космических источников. Гравитационно-волновая астрономия стала реальностью. Сейчас исследования ученых Московского университета, участвующих в коллаборации LIGO, сфокусированы на повышении чувствительности детекторов для того, чтобы значительно увеличить частоту регистрации гравитационных волн», — отметил профессор физического факультета МГУ Валерий Митрофанов.

«В начале следующего года начнется очередной, третий, цикл научных наблюдений детекторов LIGO и Virgo. Предполагается, что в этом цикле в них для повышения чувствительности будет использован квантовый “сжатый свет”. Это будет первое использование в гравитационно-волновых детекторах квантовых технологий, разработкой которых, в частности, занимается группа Московского университета», — прокомментировал профессор физического факультета МГУ Фарит Халили.

«Да здравствует гравитационно-волновая астрономия! Она родилась всего-то 3 года назад при сенсационной регистрации первых экзотических событий, впол-

не встала на ноги и “поставляет” все новые и новые интереснейшие данные, без которых уже невозможно представить развитие астрономии и космологии», — добавил заведующий кафедрой физики колебаний физического факультета МГУ Сергей Вятчанин.

Детекторы LIGO построены и эксплуатируются Калифорнийским и Массачусетским технологическими институтами. Партнером LIGO является коллаборация Virgo, в которой работают более 300 европейских ученых и инженеров из 28 исследовательских групп. Исследования российских ученых поддерживаются Российским фондом фундаментальных исследований и Российским научным фондом.

На кафедре физики моря и вод суши создана автоматическая система оценки цунамиопасности землетрясения

Сотрудники физического факультета МГУ создали систему «Tsunami Observer», которая полностью в автоматическом режиме оценивает цунамиопасность землетрясений по всему земному шару. Алгоритм получает данные о землетрясениях из сейсмических служб (USGS — Геологическая служба США и GFZ — Германский центр исследования Земли), рассчитывает косейсмические деформации дна и соответствующее возмущение поверхности воды, оценивает цунамигенность землетрясения и выполняет гидродинамическое моделирование распространения волн цунами. Система функционирует в тестовом режиме, результаты ее работы находятся в открытом доступе: <http://ocean.phys.msu.ru/projects/tsunami-observer/>

Цунами — низкочастотные гравитационные поверхностные волны, возникающие в океане в результате сейсмических движений дна, оползней и обвалов (в том числе и подводных), вулканических извержений, воздействия на водный слой подвижных неоднородностей атмосферного давления и напряжения трения ветра (метеоцунами). Аналогичные по характеристикам волны могут возникать и при мощных подводных взрывах и в результате падения в океан метеоритов. Но чаще всего (~80% случаев) цунами возникают при сильных подводных землетрясениях как следствие вытеснения воды косейсмическими (остаточными) деформациями дна. За истекшие годы XXI века произошли более 10 крупных цунами, которые унесли жизни 250 тысяч человек и причинили колоссальный материальный ущерб.

Между землетрясением и цунами всегда есть некоторый промежуток времени (от минут до первых десятков часов), поэтому большинство цунами относятся к прогнозируемым морским природным катастрофам. Совершенствование методов прогноза цунами имеет важнейший практический выход: снижение числа жертв, уменьшение материального ущерба,

оптимизация спасательных работ. Система «Tsunami Observer», разработанная группой сотрудников кафедры физики моря и вод суши под руководством профессора РАН Михаила Носова, позволяет оценивать цунамиопасность землетрясения. Но эта оценка, и тем более прогноз цунами, не являются главным предназначением системы. «Tsunami Observer», в первую очередь, представляет собой удобную платформу для проведения фундаментальных исследований, в которой автоматизированы многочисленные рутинные вычислительные процедуры. Цель исследований состоит в определении пределов точности и заблаговременности прогноза цунами, которые достижимы на современном научно-техническом уровне.

Совершенствование системы предупреждения о цунами, которая находится на «боевом дежурстве» и действует по утвержденным регламентам, сопряжено с многочисленными бюрократическими сложностями. Независимо действующая система «Tsunami Observer», в которую могут быть легко интегрированы существующие ныне и перспективные разработки, позволяет совершенствовать методы прогноза цунами без оглядки на бюрократические сложности.



Профессор Михаил Носов (в центре) с сотрудниками кафедры физики моря и вод суши

«Tsunami Observer» получает данные о параметрах землетрясения (координаты, глубина, моментная магнитуда, фокальный механизм) из сейсмических служб (USGS и GFZ). Если магнитуда превышает пороговое значение $M_w=6.0$, то запускается расчет косейсмических деформаций дна и создаваемого этими деформациями возмущения свободной поверхности водного слоя. По форме возмущения водной поверхности определяется энергия цунами, знание которой дает

возможность оценить интенсивность цунами по шкале Соловьева–Имамуры, т. е. среднюю высоту заплеска на ближайшем побережье. Если оценка энергии показывает возможность формирования опасных волн, то инициируется процесс гидродинамического моделирования цунами, который позволяет выявить направления распространения волновой энергии, и рассчитать высоты заплеска волн на побережье, а также время вступления волн в заданных береговых пунктах.

Многофункциональные эффекты в сплавах редкоземельных и 3d-переходных металлов

Учеными физического факультета (кафедра физики твердого тела) в сотрудничестве с коллегами из Карлова университета (Чехия) исследованы мультифункциональные эффекты — магнитострикционный и магнитокалорический в сплавах редкоземельных и 3d-переходных металлов со структурой фаз Лавеса в области фазового перехода ферромагнетизм-парамагнетизм.

Магнитострикционный эффект (МСЭ) проявляется в относительном изменении размеров магнитного материала под действием внешнего магнитного поля. Магнитокалорический эффект (МКЭ) выражается в адиабатическом изменении температуры ΔT и/или изотермическом изменении энтропии ΔS_M магнетика при изменении величины внешнего магнитного поля. Материалы, демонстрирующие высокие значения обоих эффектов, могут являться перспективными для применения в робототехнике и в медицине. Помимо практического применения таких материалов, их исследования важны с фундаментальной точки зрения,

поскольку данные явления наблюдаются в области магнитных фазовых переходов и наиболее выражены при температуре Кюри (T_C).

В то время как при переходах первого рода, магнитострикционный и магнитокалорический эффекты могут достигать очень высоких значений, необходимо отметить, что эти переходы обычно сопровождаются большим гистерезисом по температуре и по полю. Именно поэтому для практического использования особую важность приобретают материалы, в которых большие эффекты наблюдаются при фазовых перехо-



Доктор физ.-мат. наук, в.н.с.
Ирина Семеновна Терешина

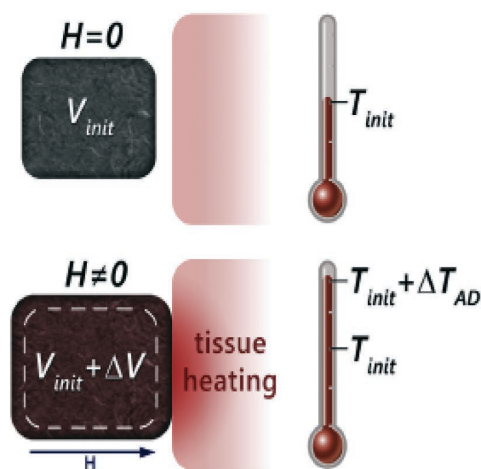
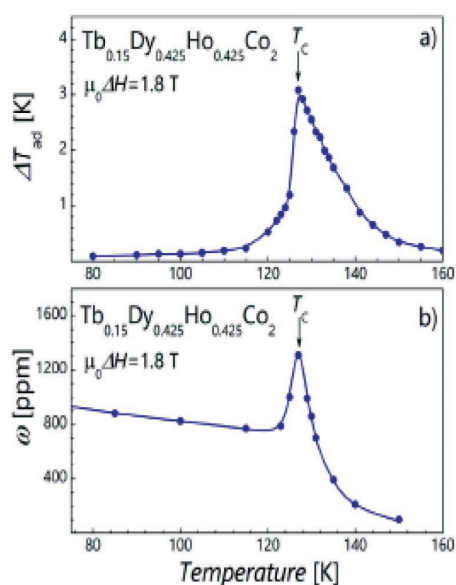
дах второго рода в относительно невысоких магнитных полях. К таким материалам можно отнести сплавы редкоземельных и 3d-переходных металлов со структурой фаз Лавеса. Простая кристаллическая и магнитная структуры делают их удобными модельными объектами для проверки существующих современных моделей. Возможность различных замещений, как в подрешетке редкоземельного, так и 3d-переходного металла позволяет регулировать величину эффектов, а также температуру, при которой они наблюдаются.

Учеными физического факультета совместно с коллегами из Карлова университета (Чехия) экспериментально показано, что, осуществляя подбор ато-

мов замещения, можно изменять температуру Кюри в очень широком интервале от низких до высоких. Установлено, что в сложной многокомпонентной системе $Tb_x(Dy_{0.5}Ho_{0.5})_{1-x}Co_2$ ($0 < x < 0.5$) в области низких температур, когда T_C не превышает 200 К, переходы ферромагнетизм-парамагнетизм являются переходами первого рода и сопровождаются значительным МКЭ и МСЭ, величина которого зависит от соотношения редкоземельных компонент. Однако, ситуация меняется кардинальным образом, как только T_C сплавов становится выше 200 К (при $x > 0.5$). Тип перехода меняется с первого на второй. Величина обоих эффектов стабилизируется и перестает зависеть от состава. Получены серии составов типа Tb-Dy-Ho-Co-T (где T = Al и Fe), демонстрирующих постоянство магнито-стрикционного и магнитокалорического эффектов в области температур, близких к комнатной температуре, а также к температуре человеческого тела. Обнаруженные закономерности крайне важны при технологическом использовании данных сплавов, к примеру, в магнитных рефрижераторах каскадного типа или в медицинском оборудовании, и требуют дальнейшего детального комплексного исследования свойств, а также создания новых приборов на их основе.

Результаты работы опубликованы в статье:

«Persistent values of magnetocaloric effect in the multicomponent Laves phase compounds with varied composition», Chzhan V.B., Tereshina I.S., Karpenkov A.Yu., Tereshina-Chitrova E.A. Acta Materialia, 2018, том 154, с. 303–310.



Открыт эффект образования блистеров на поверхности высокосовершенного графита при его химическом окислении

Учеными физического факультета в группе профессора Яминского Игоря Владимировича совместно с научными сотрудниками ФНМ МГУ и ИНЭОС РАН обнаружено формирование блистеров при окислении высокосовершенного графита методом Хаммера. Результаты работы важны для выбора оптимальных условий синтеза оксидов графита и графена и получения новых углеродных материалов с заданными свойствами.

Материалы на основе оксидов графита и графена перспективны для использования в суперконденсаторах, батареях, катализаторах, системах для очистки воды и сенсорах. Изучение процессов окисления графита важно для разработки методов синтеза восстановленного оксида графена, чьи свойства близки к графену.

Эксперименты по химическому окислению проводились с использованием нового углеродного материала – высокосовершенного пиролитического графита HAPG, предоставленного сотрудниками Optigraph GmbH.

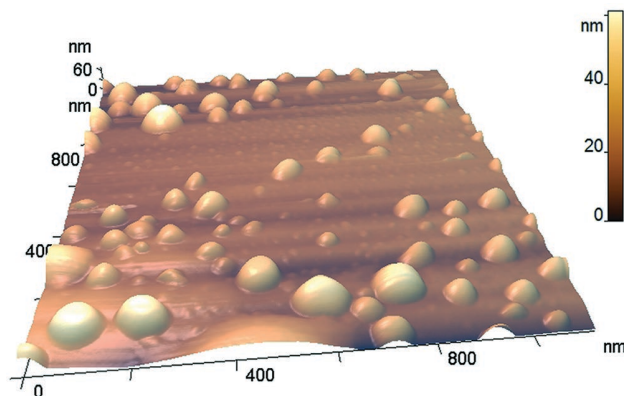
Оказалось, что если в материале низкое содержание дефектов, то углеродные слои оказываются устойчивыми к действию окислителя (перманганата калия и концентрированной серной кислоты), однако это не препятствует образованию интеркаляционных соединений графита с серной кислотой. Дальнейшее их разрушение при взаимодействии с водой приводит к выдавливанию молекул серной кислоты из межслоевого пространства. Из-за малого количества дефектов эти молекулы не могут покинуть кристалл и образуют в нем жидкостные включения нанометрового размера. Вблизи поверхности верхние углеродные слои выпячиваются с образованием блистеров, что удалось наблюдать методом атомно-силовой микроскопии.

Важнейшие результаты работы получены с использованием сканирующего зондового микроскопа ФемтоСкан и программного обеспечения ФемтоСкан Онлайн (www.nanoscopy.ru), разработанного сотрудниками и выпускниками физического факультета МГУ.

Подробное описание эксперимента опубликовано в статье:



Доктор физ.-мат. наук, профессор
Игорь Владимирович Яминский



O.V. Sinitsyna, G.B. Meshkov, A.V. Grigorieva, A.A. Antonov, I.G. Grigorieva, and I.V. Yaminskiy. "Blister formation during graphite surface oxidation by Hummers' method." *Beilstein J. Nanotechnol.* 9, 407–414 (2018).

"Blister formation during graphite surface oxidation by Hummers' method." O.V. Sinitsyna, G.B. Meshkov, A.V. Grigorieva, A.A. Antonov, I.G. Grigorieva, and I.V. Yaminskiy. *Beilstein J. Nanotechnol.* 9, 407–414 (2018).

Коллективные моды коррелированных соединений – почему это интересно?



Доктор физ.-мат. наук,
профессор Алексей Николаевич Рубцов

Многочастичные системы и квантовые газы

Одной из основных задач теории конденсированного состояния является первопринципное моделирование материалов – количественное определение их свойств, исходя из состава и структуры на атомарном уровне. Без приближений, подобная задача является заведомо нерешаемой – определение свойств квантовой системы многих частиц с кулоновским взаимодействием не под силу никакому компьютеру. Единственная задача общего вида, допускающая простое аналитическое решение – это описание свойств квантового газа, то есть системы частиц, взаимодействующих с некоторым внешним полем, но не друг с другом (или хотя бы взаимодействующих друг с другом слабо). Удивительным образом, в большинстве случаев межчастичное взаимодействие в твердом теле действительно удается подменить действием на каждую из них с некоторого эффективного поля, в котором электроны движутся независимо друг от друга. Представление об усредненном поле, действующем на электрон, лежит в основе зонной теории кристаллов, изложенной во всех учебниках по физике твердого тела. Более глубокое исследование природы возникновения действующего на электрон эффективного поля привело к появлению метода функционала плотности – на сегодня, основной схемы, применяемой для первопринципного расчета свойств реальных материалов. В большинстве случаев такие расчеты дают вполне удовлетворительные результаты. Однако, некоторые физические явления в картину газа частиц в эффективном поле не укладываются. Совокупность таких явлений является предметом изучения физики сильных корреляций.

Моттовские изоляторы

Вероятно, исторически первым примером явления, не согласующегося с предсказаниями зонной теории, является обнаружение диэлектрической фазы в некоторых

оксидах переходных металлов, таких как NiO. Зонная теория однозначно предсказывает, что кристаллы, содержащие нечетное число электронов на элементарную ячейку, должны быть металлами. Диэлектрическая фаза оксидов переходных металлов выбивается из этого правила. Ее появление связано с тем, что электроны «чувствуют» друг друга – из-за кулоновского отталкивания наличие одного электрона вблизи узла решетки означает, что появление других электронов в окрестности того же узла энергетически не выгодно и потому переходы электронов с соседних узлов на данный маловероятны. В моттовских изоляторах этот механизм полностью подавляет межузельные электронные переходы, то есть делает протекание тока по решетке невозможным. Таким образом, электроны твердого тела не независимы, или, иными словами, в их движении присутствуют корреляции. Корреляции оказываются особенно сильно выражены для d-орбиталей переходных металлов. В описанном выше сценарии формировании моттовской фазы речь идет о локальных корреляциях – два электрона «знают» друг о друге, когда находятся вблизи одного и того же узла решетки. Если кулоновское отталкивание не достаточно для формирования моттовского изолятора, локальные корреляции проявляются в уменьшении скорости Ферми электронов проводимости по сравнению с предсказанной методом функционала плотности. Вычислительная схема, позволяющая учитывать эти эффекты на количественном уровне, была создана в районе 1990-го года и носит название динамической теории среднего поля (DMFT).

Вниз по шкале энергий

Переход Мотта – не единственное фазовое превращение, наблюдаемое в сильно коррелированных системах. При понижении температуры, в них могут происходить фазовые переходы различной природы – возникновение намагнитченности, поляризация решетки, структурные переходы. Многие исследователи считают, что высокотемпературная сверхпроводимость в купратных соединениях также вызвана к жизни корреляциями. В современной физике понятие фазового перехода неразрывно связано с наличием флуктуаций в его окрестности. Исследование флуктуаций в низкоэнергетических коллективных модах коррелированных материалов, таким образом, необходимо для понимания физики фазовых превращений в них и успешного моделирования таких материалов. Такое исследование становится особенно важным, если в системе одновременно присутствуют несколько различных конкурирующих коллективных мод – эта ситуация характерна для купратных соединений, где сверхпроводимость формируется на фоне развитых антиферромагнитных флуктуаций. Однако, коллективные флуктуации носят существенно нелокальный характер и не могут быть описаны в рамках DMFT. Таким образом, описание нелокальной части корреляций является одной из «больших» задач теории конденсированного состояния.

В работе [Phys. Rev. B 77, 033101 (2008)] мы предложили использовать использовать подход, основанный на специальном преобразовании в континуальном интеграле, описывающем исследуемую систему – переходе к так называемым дуальным переменным. При этом, локальная физика оказывается полностью учтенной в точной процедуре перехода к новым переменным, а нелокальные эффекты учитываются путем суммирования диаграммных последовательностей для дуальной системы. Выбор этих диаграмм определяется физикой флуктуаций, присутствующих в системе. Сообщество восприняло это предложение с энтузиазмом – к настоящему времени, указанная выше работа набрала порядка 200 цитирований, а недавно мы были приглашены принять участие в написании обзора по методам анализа нелокальных корреляций в коррелированных системах. Обзор опубликован в журнале Reviews of Modern Physics,

90 025003 (2018) (импакт-фактор журнала 36.4). Из недавних результатов, полученных с использованием разработанного нами метода, отметим моделирование магнетонного спектра в купратах [Nature partner journal Quantum Materials, 3, 54 (2018)]. Мы смогли ответить на вопрос, почему в этих материалах допирование быстро приводит к исчезновению антиферромагнитного порядка, в то время как антиферромагнитные флуктуации присутствуют в широкой области фазовой диаграммы.

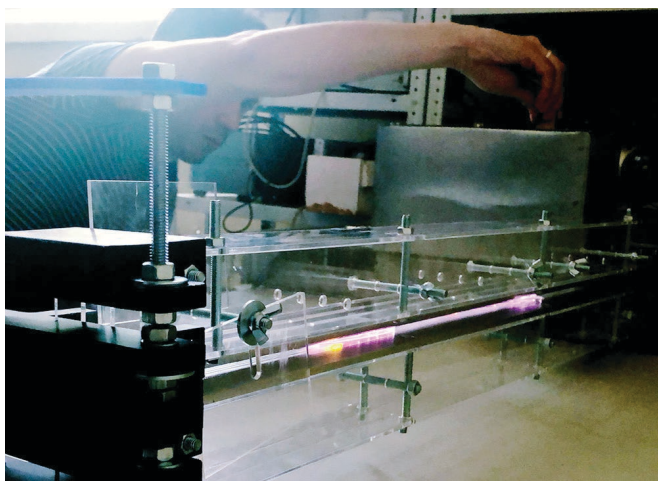
«Diagrammatic routes to nonlocal correlations beyond dynamical mean field theory». G. Rohringer, H. Hafermann, A. Toschi, A. A. Katanin, A. E. Antipov, M. I. Katsnelson, A. I. Lichtenstein, A. N. Rubtsov, and K. Held. Rev. Mod. Phys. 90, 025003 – Published 9 May 2018.

«Quantum spin fluctuations and evolution of electronic structure in cuprates». E.A. Stepanov, L. Peters, I.S. Krivenko, A.I. Lichtenstein, M.I. Katsnelson & AN. Rubtsov. npj Quantum Materials, 3, Article number: 54 (2018).

Молодыми учеными МГУ создано устройство нового поколения для обработки поверхностей

Технологический стартап, созданный аспирантами и молодыми учеными МГУ им. М.В.Ломоносова, получил грант от Фонда содействия инновациям. В рамках проекта, над которым работали представители физического и химического факультетов, создано устройство для плазменной обработки поверхности площадных материалов емкостным высокочастотным разрядом (плазмой) при атмосферном давлении. У команды уже есть заказчики в России и в Германии.

Инженер запускает пробную установку. Разряд плазмы, проходящий близ обрабатываемой поверхности, срезает неровности. Срезанные микрочастицы сдуваются потоком сжатого воздуха.



Фонд содействия инновациям опубликовал результаты конкурса по программе «Старт-1», направленной на финансирование стартапов на ранней стадии развития. В число победителей вошел проект, созданный аспирантами и молодыми учеными Московского государственного университета в рамках первого потока Школы технологий и инноваций.

Проблема качественной очистки поверхности перед склеиванием или покраской — одна из самых часто встречающихся в производстве. Она касается практически всех сфер промышленности, так как красить и склеивать приходится все — от ткани и пластика до стекла и металла. Поэтому способов очистки и активации поверхности (для лучшего склеивания) существует множество. Поверхности шкурят, травят, обрабатывают плазмой. Последний способ самый эффективный. Неслучайно рынок плазменного оборудования растет на 16% в год с и к 2021 году, по прогнозам аналитиков,

должен достичь почти \$3 млрд. Однако этот способ (в качественном варианте) также самый дорогой — из-за особенностей технологии максимального эффекта до сих пор удавалось достичь только в вакуумной камере.

Ученым физического факультета МГУ удалось разработать и запатентовать технологию обработки поверхностей высокочастотной плазмой в атмосфере, что кардинально упростило и удешевило процесс. А команда молодых слушателей Школы технологий и инноваций под руководством опытных менторов — сотрудников и выпускников МГУ, работающих сейчас в ведущих российских и мировых компаниях, — смогла разработать на основе технологии прототип прибора, бизнес-проект и защитить его в Фонде содействия инновациям.

«С момента начала работы над устройством нам удалось со стадии лабораторного образца довести проект до промышленного образца, — рассказал ведущий инженер проекта, выпускник физического факуль-



Замедленная анимация работы установки. В реальном времени поток ионизированных частиц проходит по трубке за доли секунды.

тета МГУ Алексей Каторов, — Мы даже смогли трижды модифицировать его и вывести на требуемый уровень качества. И теперь появилась возможность его производить».

«Мы встретили поразительный отклик от компаний самой разной направленности, — отметил другой участник проекта, аспирант химического факультета МГУ Иван Новицкий. — Четыре первых звонка на производства, занимающиеся обработкой поверхностей, привели к трем приглашениям на тестовую установку нашего устройства. Его ждут производители автомобильного стекла в Москве, ткацкие компании в Иваново. И даже старейшие металлурги Германии готовы с нами работать. И теперь при поддержке гранта мы сможем начать реализовывать наш бизнес-план».

«Школа технологий и инноваций стала пилотным проектом образовательной программы в области технологий и предпринимательства для студентов естественно-научных факультетов МГУ, — рассказал помощник проректора МГУ Андрей Грунин. — Подготовка команд велась четыре месяца, в ней участвовали ученые и сотрудники МГУ, представители ведущих технологических компаний России, технопарков, институтов развития, правительства Москвы».

Сейчас в МГУ идет отбор технологий и лабораторий внутри университета для участия во втором потоке школы.

Экспериментальное обнаружение электронной фазы Гриффитса вблизи квантовой критической точки в системе $\text{Fe}(\text{Sb}_{1-x}\text{Te}_x)_2$ методом ядерного квадрупольного резонанса



Проф. кафедры физики низких температур и сверхпроводимости Гиппиус А.А.



Ст. лаб. кафедры физики низких температур и сверхпроводимости Журенко С.В.

Системы с локальными 4f- и 5f- магнитными моментами, управляемые RKKY и Кондо взаимодействиями могут быть переведены через квантовую критическую точку (QCP) в магнитоупорядоченное состояние с помощью давления, магнитного поля или замещения [1]. Признаки корреляций Кондовского типа были ранее обнаружены в редком классе магнитных 3d-полуметаллов, включающих на настоящий момент всего три системы на основе железа: FeSi [2], FeSb₂ [3] и FeGa₃ [4], которые привлекают большое внимание также вследствие их перспективных низкотемпературных термоэлектрических свойств. В свя-

зи с этим нами были проведены исследования по ядерному квадрупольному резонансу (ЯКР) на ядрах ^{121,123}Sb в коррелированной интерметаллической системе Fe(Sb_{1-x}Te_x)₂ где, в противоположность галлиевой системе Fe(Ga_{1-x}Ge_x)₃, было предсказано существование электронной фазы Гриффитса, характерной для разупорядоченного парамагнитного металла вблизи АФМ перехода [5,6].

Монокристаллы Fe(Sb_{1-x}Te_x)₂ (x = 0.01, 0.05) были синтезированы методом, описанным в [6]. Эксперименты ЯКР проводились с использованием фазо-когерентного импульсного спектрометра ЯМР/ЯКР Testag-Apollo. Спектры ЯКР изотопов ^{121,123}Sb измерялись методом спинового эха при ступенчатом изменении частоты при 4.2 К. Ядерная спин-решеточная релаксация ^{121,123}Sb измерялась методом насыщения намагниченности (saturation recovery) в температурном интервале 2.5–200 К.

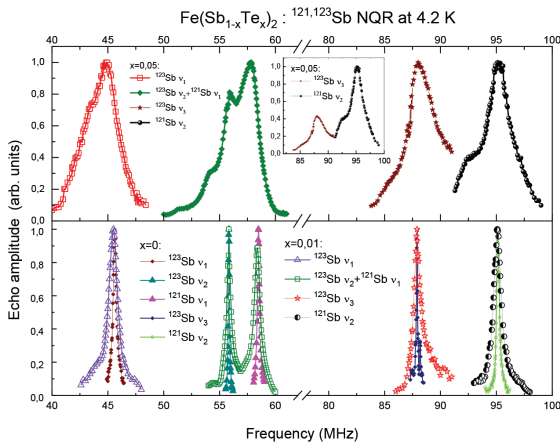


Рис. 1. Спектры ЯКР $^{121,123}\text{Sb}$, измеренные при 4.2 К в соединениях $\text{Fe}(\text{Sb}_{1-x}\text{Te}_x)_2$ с $x = 0.01$ (нижняя панель) и 0.05 (верхняя панель). Вставка: линии ЯКР ν_3 ^{123}Sb (88.0 МГц; переход $|\pm 5/2\rangle \leftrightarrow |\pm 7/2\rangle$) и ^{121}Sb ν_2 (95.1 МГц; переход $|\pm 5/2\rangle \leftrightarrow |\pm 7/2\rangle$) без нормировки для образца $\text{Fe}(\text{Sb}_{0.95}\text{Te}_{0.05})_2$.

Спектры ЯКР $^{121,123}\text{Sb}$ этих образцов, измеренные при 4.2 К, представлены на рис. 1 вместе со спектрами недопированного FeSb_2 при 10 К. Видно, что даже очень небольшое допирование Те (1%) вызывает значительное уширение ЯКР линий Sb. Более того, линия ν_1 ^{121}Sb (58.5 МГц; переход $|\pm 1/2\rangle \leftrightarrow |\pm 3/2\rangle$) и линия ν_2 ^{123}Sb (55.8 МГц; переход $|\pm 1/2\rangle \leftrightarrow |\pm 3/2\rangle$) в соединении $\text{Fe}(\text{Sb}_{1-x}\text{Te}_x)_2$ ($x = 0.01$) уже начинают перекрываться. Дальнейшее увеличение допирования Те ($x=0.05$) приводит к полному перекрытию этих линий ЯКР и образованию двух широких плечей с левой стороны линии ν_2 изотопа ^{123}Sb . Аналогичное асимметричное уширение с образованием низкочастотного плеча проявляют и все остальные линии переходов ЯКР $^{121,123}\text{Sb}$ NQR в образце $\text{Fe}(\text{Sb}_{0.95}\text{Te}_{0.05})_2$ (рис. 1, верхняя панель).

Для изучения влияния малого допирования Те на динамические свойства системы FeSb_2 мы провели измерения ЯСПП на линии ЯКР ν_2 ядер ^{123}Sb (переход $|\pm 3/2\rangle \leftrightarrow |\pm 5/2\rangle$) в температурном интервале 2.5–200 К. Полученные зависимости величины $1/T_1T$ как функции температуры для образцов $\text{Fe}(\text{Sb}_{1-x}\text{Te}_x)_2$ ($x = 0, 0.01, 0.05$) представлены на рис. 2. Видно, что даже низкий уровень допирования Те ($x=0.01$) приводит к резкому

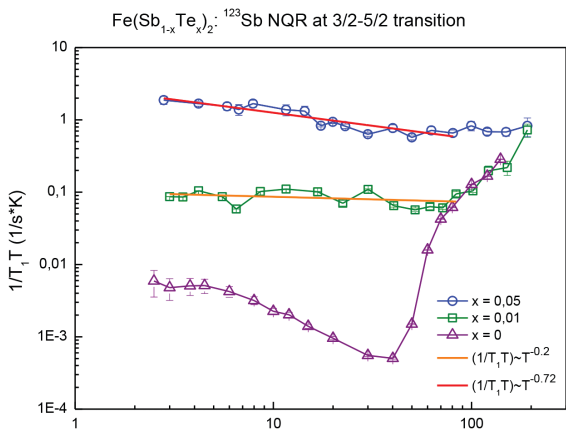


Рис. 2. $1/T_1T$ как функция температуры для линии ЯКР ν_2 ^{123}Sb (переход $|\pm 3/2\rangle \leftrightarrow |\pm 5/2\rangle$ в соединениях $\text{Fe}(\text{Sb}_{1-x}\text{Te}_x)_2$ ($x = 0, 0.01$ и 0.05). Сплошные прямые линии – аппроксимация по формуле: $1/T_1T = a \cdot T^{-2(1+\lambda)}$ (см. текст).

возрастанию скорости ЯСПП Sb более чем на порядок величины в низкотемпературном интервале 2–50 К. Как было показано в [5,6], даже крайне малое допирование Те $x=0.001$ приводит к переходу от полупроводниковых свойств к металлическим, так что при $x=0.01$ можно ожидать ЯСПП Корринговского типа, обусловленную электронами проводимости. Действительно, для образца $\text{FeSb}_{0.99}\text{Te}_{0.01}$ функция $1/T_1T$ может рассматриваться как практически температурно независимая в интервале 2–70 К (рис. 2). Выше 70 К $1/T_1T$ в $\text{FeSb}_{0.99}\text{Te}_{0.01}$ возрастает, сливаясь с $1/T_1T$ для недопированного FeSb_2 . Для образца $\text{FeSb}_{0.95}\text{Te}_{0.05}$, где $1/T_1T$ еще на один порядок величины больше, чем в $\text{FeSb}_{0.99}\text{Te}_{0.01}$, обнаружена степенная расходимость $1/T_1T \sim T^{-0.72}$ ($1/T_1T \sim T^{0.28}$) с понижением температуры ниже 100 К (рис. 2).

Дополнительно к данным ЯКР спектроскопии мы провели измерения низкотемпературной теплоемкости на тех же образцах $\text{Fe}(\text{Sb}_{1-x}\text{Te}_x)_2$ ($x = 0.01, 0.05$). Полученные экспериментальные кривые C/T vs T для этих образцов представлены на рис. 3 и находятся в хорошем согласии с результатами [6], где степенная расходимость коэффициента электронной теплоемкости $\gamma(T) = C(T)/T \sim T^{-1+\lambda}$ анализируется в рамках модели индуцированной беспорядком фазы Гриффитса (ФГ) на границе возникновения магнетизма.

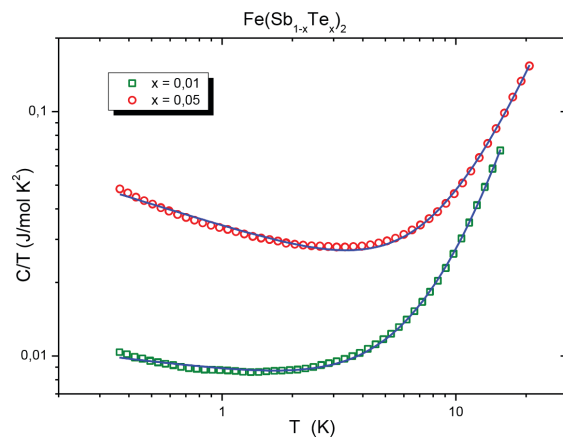


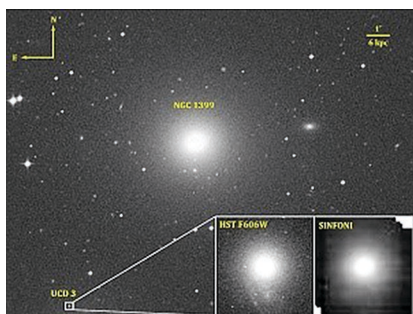
Рис. 3. Графики зависимостей C/T vs. T для соединений $\text{Fe}(\text{Sb}_{1-x}\text{Te}_x)_2$ ($x = 0.01$ and $x = 0.05$). Сплошные линии – аппроксимации по формуле $C(T)/T = a \cdot T^{-1+\lambda} + b \cdot T^2 + c \cdot T^3$.

По данным результатам опубликована статья:

« $^{121,123}\text{Sb}$ nuclear quadrupole resonance as a microscopic probe in the Te-doped correlated semimetal FeSb_2 : Emergence of electronic Griffith phase, magnetism, and metallic behavior». A.A. Gippius, S.V. Zhurenko, R. Hu, C. Petrovic, M. Baenitz. Physical Review B 97 (2018) 075118. DOI: 10.1103/PhysRevB.97.075118. IF= 3.813.

[1] G. R. Stewart, Reviews of Modern Physics 73, 797 (2001).
 [2] V. Jaccarino et al., Physical Review 160, 476 (1967).
 [3] A.A. Gippius et al., Applied Magnetic Resonance 45, 1237 (2014).
 [4] A. A. Gippius et al., Physical Review B 89, 104426 (2014).
 [5] R. Hu, V. F. Mitrovic, and C. Petrovic, Physical Review B 79, 064510 (2009).
 [6] R. Hu et al., Physical Review Letters 109, 256401 (2012).
 [7] T. Moriya, Spin Fluctuations in Itinerant Electron Magnetism (Springer Berlin, 1985).

Открытие астрономами новой сверхмассивной черной дыры



Оптическое изображение гигантской эллиптической галактики NGC 1399 и ее спутника UCD3. Левая панель врезки: изображение UCD3 в оранжевом фильтре, полученное на космическом телескопе имени Хаббла. Правая панель врезки: изображение UCD3 в инфракрасном диапазоне, полученное на спектрографе SINFONI.

Галактика Fornax UCD3 — часть скопления галактик в созвездии Печь (Fornax). Она относится к весьма редкому и необычному классу ультракомпактных карликов (UCD). Масса таких карликовых галактик составляет несколько десятков миллионов масс Солнца, а их радиус, как правило, не превышает трехсот световых лет. Из-за такого соотношения массы и размера концентрация звезд в ультракомпактных карликах одна из самых больших во Вселенной.

«Мы открыли сверхмассивную черную дыру в центре галактики Fornax UCD3. Масса черной дыры составляет 3,5 миллиона солнечных масс, почти как в Млечном Пути», — рассказал Антон Афанасьев, первый автор статьи, студент кафедры астрофизики и звездной астрономии отделения астрономии физического факультета МГУ.

В ходе исследования ученые использовали данные инфракрасного спектрографа интегрального поля SINFONI, который установлен на одном из телескопов VLT в Чили. Обработав полученный спектр излучения, авторы установили зависимость дисперсии скоростей звезд от радиуса в галактике Fornax UCD3. Дисперсия скоростей — это показатель, который демонстрирует, насколько в среднем видимые скорости звезд отличаются от среднего значения. В присутствии массивного объекта, такого как черная дыра, звезды под действием гравитации этого объекта начинают двигаться быстрее, причем в произвольных направлениях. Это приводит к тому, что их средняя скорость не увеличивается, а вот дисперсия сильно растет. В данной галактике ученые наблюдали как раз такое явление: дисперсия скоростей звезд в центре настолько велика, что кроме как присутствием массивной черной дыры ее ничем не получается объяснить.

Затем ученые сравнили полученную зависимость скорости и дисперсии с динамическими моделями, построенными в предположении той или иной массы центральной черной дыры. В результате авторы выяснили, что наилучшим образом с наблюдениями согласуется модель, которая предполагает массу черной дыры в 3,5 миллио-

Студент физического факультета и сотрудники Государственного астрономического института имени П.К. Штернберга МГУ имени М.В. Ломоносова открыли сверхмассивную черную дыру в центре галактики Fornax UCD3, которая относится к редкому классу ультракомпактных карликов.

на солнечных масс. Ученые также рассмотрели возможность отсутствия черной дыры, но она была исключена со статистической значимостью в три сигмы (99,7%).

Открытая авторами черная дыра всего четвертая, обнаруженная в ультракомпактных карликах, и ее масса составляет 4% от полной массы галактики. В обычных галактиках это отношение существенно меньше (около 0,3%). Несмотря на маленькое количество примеров, наличие массивных черных дыр в ультракомпактных карликах считается сильным аргументом в пользу приливного происхождения этих галактик. Согласно этой гипотезе, обычная галактика нормальных размеров в какой-то период своей эволюции прошла слишком близко от другой, более крупной и массивной галактики. В результате близкого прохождения из-за воздействия приливных сил UCD3 потеряла большую часть звезд, находившихся на периферии, и от нее осталось только компактное ядро.

«Чтобы однозначно утверждать о правильности этой гипотезы, необходимо открыть больше сверхмассивных черных дыр в ультракомпактных карликах. Это является одной из перспектив этой работы. Кроме того, схожую методику можно применить к похожим на ультракомпактных карликов, но более массивным и менее плотным компактным эллиптическим галактикам. В одной из следующих работ мы как раз проведем исследование популяции центральных черных дыр в таких объектах», — заключил ученый.

Работа проходила в сотрудничестве с учеными из Европейской южной обсерватории (Германия и Чили), Института астрономии Общества Макса Планка, Потсдамского астрофизического института (Германия), Университета штата Мичиган, Университета штата Калифорния в Сан-Хосе, Техасского университета A&M, Университета Юты, Калифорнийского университета (США), Австралийской астрономической обсерватории, Университета Маккуори, Университета Квинсленда (Австралия) и из Швейцарской высшей технической школы Цюриха.

«A 3.5 million Solar masses black hole in the centre of the ultracompact dwarf galaxy fornax UCD3». A.V Afanasiev, I.V Chilingarian, S. Mieske, K.T. Voggel, A. Picotti, M. Hilker, A. Seth, N. Neumayer, M. Frank, A.J. Romanowsky, G. Hau, H. Baumgardt, Ch. Ahn, J. Strader, M. den Brok, R. McDermid, L. Spitler, J. Brodie, J.L. Walsh. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 477, Issue 4, 4856–4865, 2018.



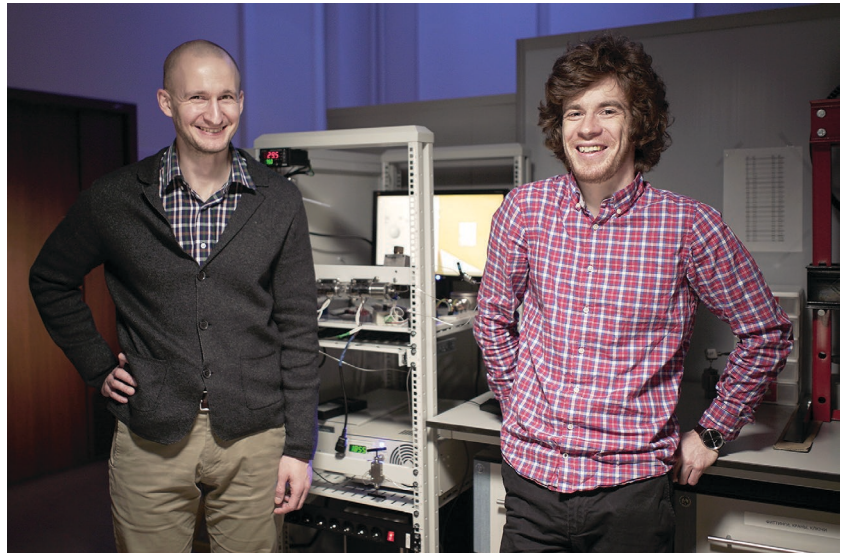
Премия
Правительства Москвы
Молодым ученым

Объявлены лауреаты премии Правительства Москвы молодым ученым за 2018 год



Сердечно поздравляем сотрудников физического факультета, ставших лауреатами премии: Волкову Ольгу Сергеевну за цикл работ «Низкоразмерный магнетизм» в номинации «Физика и астрономия», Эльмановича Игоря Владимировича и Кондратенко Михаила Сергеевича за «разработку уникальной технологии водо- и масло-отталкивающей финишной обработки текстильных материалов в среде сверхкритического диоксида углерода» в номинации «Передовые промышленные технологии».

Конкурс на получение премий Правительства Москвы молодым ученым проводится с 2013 года. Его организатором является Департамент науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы, а победителей определяет комиссия, в которую входят представители департамента и научных сообществ. Получить премию могут как единоличные участники, так и коллективы до 3 человек. Лауреатами стали 48 человек. 12 из них — молодые ученые из МГУ имени М.В. Ломоносова. Награждение победителей пройдет 5 февраля 2019 года.



Профессор А.Н. Васильев удостоен ордена «За заслуги в материаловедении»



Заведующий отделением физики твердого тела, заведующий кафедрой физики низких температур и сверхпроводимости, профессор Александр Николаевич Васильев удостоен высокой награды Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» ордена «За заслуги в материаловедении».

Сердечно поздравляем с наградой!



Студент 1 курса физического факультета МГУ выиграл золотую медаль на олимпиаде по астрономии и астрофизике в Пекине



ков по физике. О своем выборе, первых месяцах учебы на факультете и увлечениях он недавно рассказал в интервью «Коммерсанту».

Помимо Дамира, в составе сборной России «золото» завоевали студенты МФТИ Даниил Долгов и Станислав Цапаев, студент СПбАУ Павел Архипов. Студент МФТИ Иван Старостин завоевал «серебро». Торжественная церемония закрытия XII Международной олимпиады по астрономии и астрофизике состоялась 11 ноября.

С 3 по 11 ноября 2018 года в Пекине проходила Международная олимпиада по астрономии и астрофизике (International Olympiad on Astronomy and Astrophysics, IOAA). Студент физического факультета Дамир Гасымов выиграл золотую медаль, показав блестящий результат на соревновании.

Дамир поступил на первый курс физфака в этом году, став победителем Всероссийской олимпиады школьни-

В рамках IOAA-2018 члены российской сборной прошли четыре олимпиадных тура: теоретический, практический, наблюдательный и командный. Международная олимпиада по астрономии и астрофизике проводится с 2007 года, в ней принимают участие учащиеся и выпускники школ из разных стран. В 2018 году в соревнованиях участвовали представители 40 стран.



Орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени награжден Владислав Яковлевич Панченко

Российский ученый, заведующий кафедрой медицинской физики физического факультета МГУ, председатель совета Российского фонда фундаментальных исследований, академик РАН Владислав Яковлевич Панченко награжден Орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени.

Церемония награждения проходила в Екатерининском зале Кремля. Соответствующий указ президента РФ Владимира Владимировича Путина опубликован на официальном портале правовой информации.

В.Я. Панченко: «Уважаемый Владимир Владимирович! Уважаемые коллеги, присутствующие гости!

Я не могу воздержаться от слов благодарности в адрес Владимира Владимировича за такую высокую награду. Большая честь для меня, что так высоко оценены мои научно-педагогические результаты. Этих результатов не было бы, если бы у нас в стране не было Российского фонда фундаментальных исследований. Именно благодаря Вашей постоянной заботе



у нас в России появилась надежно работающая грантовая система поддержки фундаментальной науки, и она дает большие результаты. 250 тысяч ученых получили гранты Российского фонда фундаментальных исследований, 62 региона страны работают с нами по совместным программам. И самый большой успех, я считаю, то, что каждый год фонд получает примерно шесть тысяч заявок от молодых ученых по программе, которая называется «Мой первый грант», и этот поток с годами только увеличивается.»

Михаил Валентинович Ковальчук награжден орденом «За заслуги перед отечеством» I степени

Заведующий кафедрой оптики, спектроскопии и физики наносистем физического факультета МГУ, президент Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» член-корреспондент РАН Михаил Валентинович Ковальчук награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» I степени.

Сердечно поздравляем с получением государственной награды высшего уровня!



XVI Всероссийская школа-семинар «Волновые явления в неоднородных средах» имени А.П. Сухорукова («Волны-2018»)

С 27 мая по 1 июня 2018 года с большим успехом прошла XVI Всероссийская школа-семинар «Волновые явления в неоднородных средах» имени А.П. Сухорукова («Волны-2018»), организованная физическим факультетом Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Председатель Программного комитета — декан физического факультета МГУ профессор Н.Н. Сысов, председатель Организационного комитета — профессор физического факультета МГУ А.В. Козарь. Успешному проведению семинара способствовала финансовая поддержка Российского фонда фундаментальных исследований.

Традицию проведения регулярных ежегодных школ-семинаров по физике волновых явлений заложил выдающийся российский ученый профессор А.П. Сухоруков (1935-2014). Открытие и первое пленарное заседание традиционно проходит на физическом факультете МГУ, остальные мероприятия — в Доме отдыха МГУ «Красновидово», расположенном в живописном месте Подмосквья на берегу Можайского водохранилища.

Школа-семинар показала, что интерес к фундаментальным наукам у молодежи сохраняется. На школе-семинаре собрались более 200 участников из 18 городов России, а также США и Австралии. Молодые ученые, аспиранты и студенты составили более половины общего числа участников. Среди участников школы-семинара — 21 доктор наук, более 80 кандидатов наук, более 35 аспирантов и 40 студентов. На



семинаре работало 12 секций, что позволило охватить многие актуальные проблемы физики волновых взаимодействий. На пленарных и секционных заседаниях были прочитаны 16 приглашенных лекций и представлено 151 устных и 64 стендовых докладов.

На школе-семинаре были представлены последние достижения и результаты, полученные при исследовании актуальных фундаментальных и прикладных проблем волновой физики, фотоники, свойств метаматериалов, спектроскопии, акустики, гидродинамики, магноники, спинтроники, микроволновой физики, нелинейной динамики, электроники, электродинамики, распространения и дифракции электромагнитных волн, передачи и обработки информации, физики когерентных и нелинейных явлений, томографии. В соответствии с тенденциями развития науки была организована отдельная секция по радиофотонике. Кроме того, организована секция, посвященная методам математического моделирования в волновой физике. Всего работало 12 секций.

На школу были приглашены известные ученые, ведущие актуальные исследования в своих направлениях. Они прочитали блестящие лекции, построенные так, что позволяют понять суть проблемы и самые авангардные идеи. Школа неуклонно следует одной из основных идей – представить волновые явления во всем их разнообразии. Лекции строятся соответствующим образом: материал всегда понятен тем, кто работает в других областях, с другими средами и типами волн. Проводятся аналогии между явлениями, подчеркиваются коренные отличия в постановке и решении задач. Образовательный эффект виден сразу по многочисленным интересным вопросам молодежи по существу проблемы.

Кроме того, по традиции 10 молодых участников, представивших лучшие доклады, были награждены грамотами и призами. Также грамотами были награждены 4 приглашенных лектора.

Таким образом, школа-семинар «Волновые явления в неоднородных средах» охватила чрезвычайно широкий спектр современных актуальных исследований в области волновой физики. Тематика школы объединила акустику, оптику, электродинамику, гидродинамику, магнонику, физику метаматериалов, фотонику и спинтронику, нелинейные волновые процессы различной природы в разных частотных, временных и пространственных масштабах. Это позволило участникам расширить свой кругозор, найти аналогии в смежных областях исследований волновых явлений и применить полученные знания в своей работе.

Следует подчеркнуть высокую научную квалификацию лекторов и самих докладчиков, передовой уровень представленных исследований. Представленные в докладах экспериментальные и теоретические результаты по многим направлениям волновой физики не уступают мировому уровню. Особо следует отметить активное участие молодых ученых, аспирантов и студентов в научных исследованиях. Немаловажным является также и то, что доклады представлены учеными из различных вузов и университетов, и даже из других стран. По итогам школы-семинара можно утверждать, что российские ученые, специализирующиеся во многих представленных научных направлениях, занимают передовые позиции. Успеху школы способствовало выступление известных ученых с лекциями и докладами.

Оргкомитет рекомендовал более 60 работ участников школы-семинара для публикации в журналы «Известия РАН. Серия физическая» и «Ученые записки физического факультета МГУ». Сборник трудов участников опубликован на сайте школы-семинара waves.phys.msu.ru.

Очередная школа-семинар по волновым явлениям – XVII школа-семинар «Физика и применение микроволн» состоится в конце мая 2019 г.



Аналитический отчет о проведении конференции «Новое в магнетизме и магнитных материалах» (НМММ-XXIII)

Конференция «Новое в магнетизме и магнитных материалах» (НМММ-XXIII) прошла с 30 июня по 5 июля 2018 г. в г. Москве. Мероприятие проводилось при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Российской Академии наук. Основным организатором конференции выступил МИРЭА – Российский технологический университет при активном участии Образовательной компании «Альбион».

Конференция «Новое в магнетизме и магнитных материалах» (отсчитывающая свою историю с 1969 года под первоначальным названием «Новые магнитные материалы микроэлектроники») является традиционным местом обсуждения результатов научных исследований ученых России и ближнего зарубежья: в 2018 году в ней приняло участие более 250 человек.

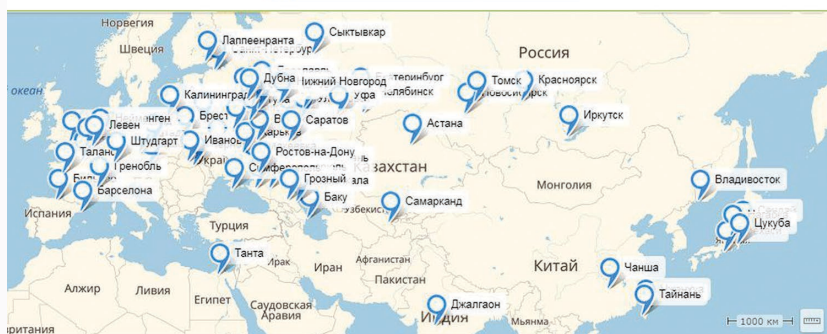
Цель НМММ-XXIII — собрать максимальное число ученых в области магнетизма и обсудить широкий спектр направлений в рамках состоявшихся 16 секций, на которых было сделано более 250 докладов. На конференцию приехали участники со всех континентов, кроме Африки и Австралии, и даже несколько участников из ДНР.



Ученый секретарь НМММ-XXIII проф. РАН, доцент физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Александр Павлович Пятаков

ГЕОГРАФИЯ УЧАСТНИКОВ НМММ-XXIII

Всего авторов	961
Россия	868
Другие страны	93

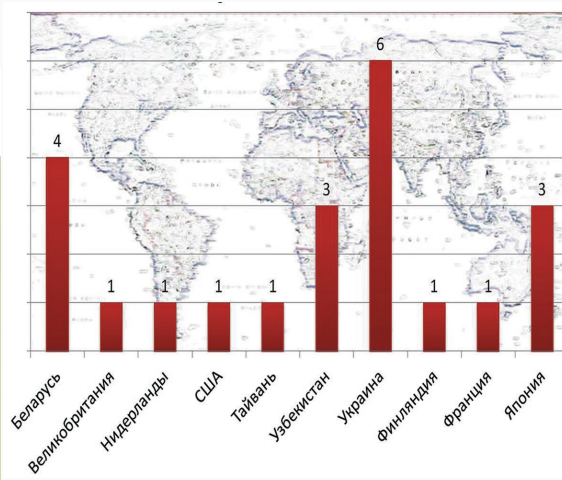


Принято докладов	370
Устных	163
Стендовых	207

География участников

Обсуждались перспективные направления: создание и изучение новых магнитных материалов, биомагнетизм, спинтроника, бесконтактные методы изучения любых элементов современной электроники.

ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫЕ ИНОСТРАННЫЕ УЧАСТНИКИ



Зарегистрированные(приехавшие) иностранные участники

Организаторы:

МИРЭА – Российский технологический университет.

Подсекция «Физика магнитных пленок и малых частиц» секции «Магнетизм» Научного совета РАН «Физика конденсированных сред».

Физический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

Председатель оргкомитета: Академик РАН, Президент РТУ МИРЭА Александр Сергеевич Сигов.

Заместитель председателя оргкомитета: Алексей Николаевич Юрасов.

Члены организационного комитета:

- Марат Фатыхович Булатов
- Александр Борисович Грановский
- Екатерина Викентьевна Лукашева
- Елена Дмитриевна Мишина
- Александр Алексеевич Мухин

- Александр Игоревич Морозов
- Виктор Васильевич Соколов
- Ирина Николаевна Чугуева
- Наталия Эдуардовна Шерстюк

Ученый секретарь: Александр Павлович Пятаков.

Было сделано 10 пленарных докладов ведущими учеными в области магнетизма, в каждой секции было 3–4 приглашенных докладов по 30 мин, примерно по 8 устных и остальные — постерные сообщения. Суммарное количество докладов и постеров составило 370, из которых более 300 сделана российскими учеными. Окончательный список с разбиением по секциям и с уточненными названиями докладов помещен на сайте симпозиума.

Среди иностранных участников конференции были представители университетов и научно-исследовательских институтов Великобритании, Испании, Азербайджана, Японии, Нидерландов, Украины, и др. Подавляющее большинство представленных работ выполнено в рамках международного сотрудничества.

На открытии конференции, состоявшемся 1 июля, с приветственным словом выступил председатель конференции акад. А.С. Сигов и ректор РТУ МИРЭА С.А. Кудж.

Тематика докладов, представленных на конференции, была достаточно широкой и включала в себя результаты как фундаментальных, так и прикладных исследований. Пленарные доклады конференции были посвящены наиболее новым и популярным направлениям исследований в области физики магнитных материалов. Так, в пленарном докладе проф. М. Inoue (Япония) был дан обзор новых достижений в области искусственных магнитных решеток и их приложений в контексте световой и спиновой волны. Проф. Н. Uchida (Япония) представил большой пленарный доклад о магнито-оптических плазмонах.

На заседаниях конференции были представлены устные доклады, посвященные актуальным достижениям теоретической и экспериментальной науки в области разработки, исследования и применения магнитных



Открытие конференции

функциональных материалов в различных областях. Программа конференции включала в себя шестнадцать тематических секций:

1. Новые магнитные и родственные им материалы: синтез и физические свойства.

Приглашенные и устные доклады по этой тематике касались, в основном, исследования вопросов синтеза и характеристики новых магнитных материалов, описания методик их получения. Были представлены исследования, выполненные в Уральском федеральном университете (Екатеринбург), ИГУ им. М.В. Ломоносова, и т.д.

2. Процессы намагничивания и перемагничивания

Доклады этой секции были посвящены переходным процессам, происходящих при намагничивании и перемагничивании магнитных материалов, гистерезисным явлениям. Упор в основном производился на анализ изменений макроскопических параметров материалов, происходящих в процессе намагничивания и перемагничивания.

3. Микромагнетизм и доменная структура

Научная программа секции была посвящена вопросам формирования и изменения магнитной доменной структуры в магнетиках, микромагнитному моделированию, экспериментальным исследованиям микромагнитных неоднородностей.

4. Динамические процессы в магнетиках

Работа этой секции была посвящена исследованиям спиновой динамики, движения доменных границ, вихрей и других магнитных топологических эффектов под действием магнитных полей.

5. Элементарные возбуждения и волновые процессы в магнетиках

Секция была посвящена теоретическому и экспериментальному исследованию возбуждения магнонов в магнитоупорядоченных средах и композитных материалах, а также исследованию процессов распространения спиновых волн и солитонов.

6. Резонансные явления в магнетиках

В этой секции были представлены исследования в области резонансного возбуждения квазичастиц в магнетиках, а также исследования магнитных веществ методами ядерного магнитного резонанса и электронного парамагнитного резонанса.

7. Кинетические эффекты в магнетиках

На секции были представлены доклады, относящиеся к описываемым кинетическими уравнениями неравновесным процессам в магнитоупорядоченных средах, при которых происходит перенос (транспорт) вещества, импульса, электрического заряда, спина и др. В рамках секции были рассмотрены такие явления, как магнитосопротивление и магнитоимпеданс, гальваномагнитные и термомагнитоэлектрические эффекты, транспорт спин-поляризованных электронов и др.

8. Магнитные фазовые переходы и критические явления

В этой секции были представлены доклады, касающиеся фазовых переходов в магнитных материалах, посвященные теоретическим моделям и экспериментальным исследованиям фазовых переходов. Особое внимание было уделено магнитокалорическим явлениям и эффектам памяти формы.

9. Магнитные пленки и многослойные структуры

Доклады в данной секции были посвящены созданию и характеристике магнитных пленок и многослойных структур, исследованию технологических процессов, межслойному взаимодействию, функциональным свойствам пленок.

10. Малые магнитные частицы

Эта секция была посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям микро- и наночастиц, как одиночных, так и систем взаимодействующих частиц. Здесь были представлены доклады по синтезу и характеристике магнитных частиц, а также по теоретическим моделям, описывающим магнитные свойства частиц.

11. Магнитные наноструктуры

В данной секции были представлены исследования в об-



На пленарном докладе проф. Х. Учида (Hironaga Uchida, Япония). В президиуме – председатель программного комитета проф. Ф.В. Лисовский

ласти создания и характеристики наноструктур различной геометрии. Особое внимание участниками данной секции уделялось исследованию размерных эффектов в наноструктурах, роли поверхности, технологиям изготовления.

12. Магнитооптика и фотомагнетизм

В секции были представлены доклады по тематике взаимодействия магнитных материалов с оптическими волнами, исследованиям материалов магнитооптическими методами, линейным и нелинейным эффектам Фарадея и Керра. Особое внимание было уделено современным тенденциям в магнитооптике - сверхбыстрой фотоиндуцированной спиновой динамике и исследованию магнетизма с субпикосекундным временным разрешением.

13. Магнитоэлектрические явления

Секция была посвящена широкому классу магнитоэлектрических явлений, имеющих место как в однофазных, так и в композиционных материалах. В докладах были представлены теоретические и экспериментальные исследования в области магнитоэлектрических эффектов, а также возможные применения и прототипы магнитоэлектрических устройств.

14. Преподавание по разделам «Магнетизм» и «Магнитные материалы» в высшей школе

В этой секции были представлены сообщения преподавателей высшей школы об особенностях лекционных курсов, практических занятий по магнетизму и магнитных материалов, приведены описания новых учебных пособий по магнетизму, сведения об усвоении студентами материалов курсов.

15. Магнито- и оптоакустика

Заседания этой секции были посвящены элементарным возбуждениям кристаллической решетки магнитоупорядоченных веществ, магнитоакустическим и оптико-акустическим явлениям.

16. Биомагнетизм

В этой секции были представлены результаты исследований, связанные с биомедицинскими приложениями магнитных материалов и магнитных полей, а также проявлений магнетизма в живой природе.

Важным мероприятием программы конференции стал Круглый стол Ассоциации «Открытые лаборатории мира», организатором которого стала Образовательная компания «Альбион», официальный партнер конференции. Этот проект, инициированный компанией «Альбион», призван содействовать ученикам средней школы и студентам университетов, планирующих пройти стажировку в ведущих научных лабораториях мира или в научных группах, возглавляемых ведущими учеными. В настоящее время очень немногие студенты из России и других стран могут попасть в эти лаборатории, тем не менее такая практика позволит студентам более сознательно и целенаправленно изучать теоретические дисциплины, совершенствовать аналитическое мышление. Позволит знакомить их с исследовательской работой и, как результат, способствовать формированию самостоятельных, мотивированных личностей. В образовательной программе Ассоциации могут принимать участие не только студенты, но и ученики старших классов. В ходе Круглого стола его участники обменялись опытом по работе с талантливой молодежью и обсудили практические аспекты формирования единой научно-образовательной сети на базе ведущих научных лабораторий мира

Также в рамках конференции прошло заседание Магнитного общества России под председательством Н.С. Перова

На церемонии закрытия конференции в выступлениях членов Оргкомитета были подведены краткие итоги, отмечены наиболее интересные доклады, проведено награждение участников, а также представлена информация о следующем месте проведения конференции. Программа международной конференции НМММ-XXIII выполнена полностью.

Желающие подробнее ознакомиться с материалами симпозиума могут скачать электронную версию сборника тезисов на сайте НМММ по адресу <https://lomonosov-msu.ru/rus/event/4488>.

Труды симпозиума будут опубликованы в специальных выпусках журналов Известия РАН, а также в виде рекомендованных статей в журналах «Физика Твердого тела», «Физика Металлов и Металловедение».

По материалам конференции будут опубликованы статьи в журналах, входящих в системы цитирования Web of Science и Scopus.



*Зав. каф. магнетизма
физического факультета
МГУ им. М.В. Ломоносова,
профессор Николай Сергеевич Перов*



НМММ-XXIII

13 сентября 2018 г. состоялась защита докторской диссертации старшего научного сотрудника кафедры атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники

Владимира Александровича Крупенина на тему:

«Одноэлектронные наноструктуры и устройства на их основе»



*Старший научный сотрудник
кафедры атомной физики, физики плазмы и
микроэлектроники
Владимир Александрович Крупенин*

Диссертационная работа Крупенина Владимира Александровича «Одноэлектронные наноструктуры и устройства на их основе» посвящена исследованию одноэлектронных устройств и систем, принцип работы которых основан на коррелированном транспорте элементарных зарядов (электронов, дырок, куперовских пар). Интерес к исследованиям одноэлектронных структур обусловлен возможностью реализации на их основе уникальных электронных устройств, применимых для измерений слабых электрических сигналов в мезоскопических системах, обработки информации, а также реализации фундаментальных квантовых эталонов электрических величин. Разработка твердотельных одноэлектронных устройств с субнанометровыми активными элементами, ключевыми элементами которых будут отдельные атомы, позволит решить фундаментальную проблему создания информационных систем обработки, хранения и передачи информации чрезвычайно высокой плотности, быстрого действия и энергоэффективности, а также перейти к проектированию электронных устройств, работающих на новых физических принципах.

К первой группе оригинальных результатов можно отнести работы, связанные с разработкой ориги-

нальных методов изготовления, исследованием и совершенствованием одноэлектронного транзистора. Исследования низкочастотного зарядового $1/f$ шума в одноэлектронных транзисторах на основе Al/AIOX/Al туннельных переходов и поиски его источников позволили предположить, что основной причиной избыточного шума в транзисторах являются двухуровневые флуктуаторы, расположенные в диэлектрической подложке транзистора. Переход от предположения к утверждению произошел после проведения экспериментального исследования корреляции зарядовых флуктуаций в системе из двух близкорасположенных транзисторов. Разработка и исследование одноэлектронного транзистора стечковой геометрии еще более укрепило это утверждение и привело к достижению рекордного значения уровня шума на низких частотах.

Ко второй группе новых результатов относится исследование системы из близко-расположенных транзисторов с различными значениями зарядовой энергии, где удалось экспериментально и теоретически продемонстрировать эффекты обратного теплового и флуктуационного влияния транзистора на измеряемый объект, а также определить константу электрон-фонного взаимодействия для Al в милликельвиновом диапазоне температур.

К третьей группе новых результатов относятся экспериментальные исследования и численное моделирование особенностей электронного транспорта в неоднородных одноэлектронных структурах.

К четвертой группе работ относятся эксперименты, в которых продемонстрированы уникальные возможности одноэлектронного транзистора, как сверхчувствительного электрометра. Это исследования зарядовой динамики одноэлектронной зарядовой ловушки и динамики изменения потенциала двумерного

газа образца в режиме квантового эффекта Холла, проведенные также впервые.

Основные научные результаты работы докладывались на российских и международных конференциях и симпозиумах в период 1993–2017 годов, представлялись на семинарах и рабочих совещаниях в отечественных и зарубежных научных институтах и университетах, опубликованы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus, RSCI.



Доцент кафедры атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники Николай Викторович Кленов

18 октября 2018 года состоялась защита докторской диссертации доцента кафедры атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники Николая Викторовича Кленова на заседании диссертационного совета Д219.001.04 (протокол № 41) Московского технического университета связи и информатики на тему:

«Принципы построения устройств для приема и обработки сигнала на основе макроскопических квантовых эффектов в сверхпроводниках»

Диссертация Кленова Н.В. на тему «Принципы построения устройств для приема и обработки сигнала на основе макроскопических квантовых эффектов в сверхпроводниках» относится к двум специальностям: 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения и 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Полученные автором результаты позволяют уменьшить более чем в 2 раза характерные размеры на плоскости базовых элементов когнитивной широкополосной системы связи на основе макроскопических квантовых эффектов в сверхпроводниках. Это дает возможность, в частности, увеличить более чем на 20 дБ предельную линейность и динамический диапазон активной приемной системы. Также за счет использования разработанных автором элементов

можно уменьшить более чем на порядок (до десятков пикосекунд) длительность операций «Запись» и «Считывание» в криогенных блоках памяти в составе упомянутой системы, а также – характерное время для базовых логических операций в квантовом блоке обработки сигнала. Найден способ уменьшить диссипацию энергии в элементах искусственных сверхпроводниковых нейросетей более чем на два порядка – до уровня менее 10 аДж на операцию. Результаты диссертации были использованы при разработке устройств сверхпроводниковой электроники для радиотехнических применений в рамках ряда научно-исследовательских работ, в том числе при реализации федеральных целевых программ «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России» и «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

ДИССЕРТАЦИОННЫЕ СОВЕТЫ МГУ С ЗАЩИТАМИ В 2018 г.

МГУ.01.01

Председатель – Хохлов Алексей Ремович, д.ф.-м.н., проф., акад. РАН

Уч. секретарь – Лаптинская Татьяна Васильевна, к.ф.-м.н., доц.

04.10.2018

1. Алексеев Андрей Михайлович «Особенности формирования кристаллитов алмаза при химическом осаждении из газовой фазы» 01.04.07 - Физика конденсированного состояния. Кандидатская

06.12.2018

2. Квятковский Александр Львович «Реологические свойства и структура полимероподобных мицелл поверхностно-активного вещества в солевых растворах и их комплексов с незаряженным линейным полимером» 02.00.06 - Высокмолекулярные соединения (физ.-мат. науки). Кандидатская

МГУ.01.04

Председатель – Твердислов Всеволод Александрович, д.ф.-м.н., проф.

Уч. секретарь – Сидорова Алла Эдуардовна, к.т.н.

18.10.2018

3. Наумова Анна Владимировна «Создание комплекса подходов для неинвазивного исследования сердца методами магнитно-резонансной томографии и спектроскопии» 03.01.02 - Биофизика, 03.01.08 - Биоинженерия (физ.-мат. науки). Докторская

15.11.2018

4. Малышко Екатерина Владимировна «Хиральный дуализм как физическая основа стратификации в структурных иерархиях белков» 03.01.02 – Биофизика. Кандидатская

5. Меньщиков Петр Евгеньевич «Нарушения метаболизма мозга человека и дисбаланс основных нейромедиаторов по данным J-редактированной протонной магнитно-резонансной спектроскопии» 03.01.02 – Биофизика. Кандидатская

МГУ.01.06

Председатель – Садовников Борис Иосифович, д.ф.-м.н., проф.

Уч. секретарь – Поляков Петр Александрович, д.ф.-м.н., проф.

15.11.2018

6. Шахманов Викентий Юрьевич «Структура петлевых интегралов в суперсимметричных калибровочных теориях» 01.04.02 – теоретическая физика. Кандидатская

27.12.2018

7. Степанова Анна Валерьевна «Регуляризирующие алгоритмы расчета силовых полей многоатомных молекул методом масштабирующих множителей» 01.01.03 - Математическая физика. Кандидатская

МГУ.01.08

Председатель – Салецкий Александр Михайлович, д.ф.-м.н., проф.

Уч. секретарь – Косарева Ольга Григорьевна, д.ф.-м.н., проф.

01.11.2018

8. Дергачева Лидия Викторовна «Генерация второй гармоники и нелинейное распространение оптических импульсов в фотонных кристаллах в условиях динамической брэгговской дифракции» 01.04.05 — оптика. Кандидатская

13.12.2018

9. Четвертухин Артем Вячеславович «Резонансный магнитооптический эффект Керра в субволновых двумерных плазмонных решетках» 01.04.05 - Оптика, 01.04.11 - Физика магнитных явлений. Кандидатская
10. Ишемгулов Азамат Талгатович «Длительная люминесценция молекул сенсбилизаторов в тканях при фотодинамическом действии» 01.04.05 - Оптика. Кандидатская

МГУ.01.12

Председатель – Федянин Андрей Анатольевич, д.ф.-м.н., проф., проф. РАН
Уч. секретарь – Карташов Игорь Николаевич, к.ф.-м.н.

13.09.2018

11. Крупенин Владимир Александрович «Одноэлектронные наноструктуры и устройства на их основе» 01.04.04 - Физическая электроника. Докторская

МГУ.01.13

Председатель – Андреев Анатолий Васильевич, д.ф.-м.н., проф.
Уч. секретарь – Коновко Андрей Андреевич, к.ф.-м.н.

22.11.2018

12. Еремина Валентина Александровна «Оптические и электрофизические свойства одностенных углеродных нанотрубок, разделенных по типу проводимости» 01.04.21 - лазерная физика. Кандидатская
13. Мусорин Александр Игоревич «Статическая и фемтосекундная магнитооптика магнитолазмонных решеток, магнитофотонных кристаллов и метаповерхностей» 01.04.21 - лазерная физика. Кандидатская

20.12.2018

14. Шорохов Александр Сергеевич «Кубичные нелинейно-оптические процессы в наноструктурах с оптически-магнитными резонансами» 01.04.21 - лазерная физика. Кандидатская
15. Лаптинский Кирилл Андреевич «Лазерная спектроскопия многофункциональных фотолюминесцентных маркеров на основе углеродных наночастиц» 01.04.21 - лазерная физика. Кандидатская

МГУ.01.15

Председатель – Носов Михаил Александрович, д.ф.-м.н., проф., проф. РАН
Уч. секретарь – Смирнов Владимир Борисович, к.ф.-м.н., доц.

15.11.2018

16. Стадхолм Джошуа Генри Пол «Тропические циклоны и крупномасштабная динамика атмосферы» 25.00.29 - Физика атмосферы и гидросферы. Кандидатская

20.12.2018

17. Степаненко Виктор Михайлович «Математическое моделирование теплового режима и динамики парниковых газов в водоемах суши» 25.00.29 - Физика атмосферы и гидросферы. Докторская

МГУ.01.18

Председатель – Перов Николай Сергеевич, д.ф.-м.н., проф.
Уч. секретарь – Шапаева Татьяна Борисовна, к.ф.-м.н.

20.12.2018

18. Юсупов Хабиб Умаралиевич «Термоэлектрические эффекты в полимерматричных композитах» 01.04.10 - Физика полупроводников. Кандидатская
19. Козлякова Екатерина Сергеевна «Особенности магнитного упорядочения в новых соединениях с катионами железа» 01.04.09 - Физика низких температур. Кандидатская
20. Харламова Анна Михайловна «Магнитные и структурные свойства тонкопленочных трехслойных систем на основе кобальта с кремнием, висмутом и медью» 01.04.11 - Физика магнитных явлений. Кандидатская

О физиках и биофизике

К 85-летию физического факультета МГУ

«Переживаемая нами эпоха должна служить не къ разъединенію, а къ сближенію задачъ объ организованномъ и неорганизованномъ въ природе. Не только въ области жизни, но и въ области неживой матеріи. Физико-механическая модель живой матеріи есть стройность».

Н.А. Умов

Идут годы и многое, связанное с историей наук на факультете и в университете, постепенно забывается. Мы непростительно мало знаем о наших замечательных предшественниках и еще более непростительно, что мы теряем их мысли и идеи. Юбилей физфака — важный повод напомнить. Речь пойдет о биофизике.

До начала 19 века биологии как отдельной науки вообще не существовало, а все науки о живом входили в предмет интересов физики. Формальное разделение наук о живом и неживом произошло относительно недавно, а сам термин «биология» был предложен всего 200 с небольшим лет назад в 1802 году независимо и одновременно Жаном Батистом Ламарком (1744–1829), французским естествоиспытателем, эволюционистом, великим предшественником великого Чарльза Дарвина (1809–1882), и немцем Готфридом Рейнхольдом Тревиранусом (1776–1837). Для биологии концентрация наук о живом оказалась плодотворной: завершилась систематизация видов, появилось дарвиновское эволюционное учение, физиология и цитология сформировались как содержательные разделы науки.

Вместе с тем, науки о живом всегда были естественным образом вплетены в развитие физики. Ученый мир всегда стремился добраться до основ биологических явлений. Достаточно упомянуть всего лишь несколько имен выдающихся физиков, которые закладывали физический фундамент биофизики и биологии: Рене Декарт (1596–1650), Антони ван Левенгук (1632–1723), Роберт Гук (1635–1703), Исаак Ньютон (1643–1727), Леонард Эйлер (1707–1783), Даниил Бернулли (1700–1782), Пьер Симон Лаплас (1749–1827), Луиджи Гальвани (1737–1798), Алессандро Вольта (1745–1827), Томас Юнг (1773–1829), Юлиус Роберт Майер (1814–1878), Альберт Эйнштейн (1879–1955), Нильс Бор (1885–1962), Эрвин Шредингер (1887–1961). И многие-многие другие. Однако, основателем современной биофизики, все-таки, следует считать Германа Людвига Фердинанда фон Гельмгольца (1821–1894), выпускника Военно-медицинской академии в Берлине, ставшего выдающимся физиком.

Заметим, что не успели биология и физика размежеваться, как вышла в свет книга «Грамматика науки», написанная английским математиком Карлом Пирсоном (1857–1935) в которой тот дал одно из первых определений биофизики (в 1892 году): «Уже теперь

представляется несомненным, что некоторые обобщения физики — в особенности великий принцип сохранения энергии — описывают... часть нашего чувственного опыта относительно жизненных форм. Нужна ... отрасль науки, имеющая своей задачей приложение законов неорганических явлений, физики к развитию органических форм. ... Факты биологии — морфологии, эмбриологии и физиологии — образуют частные случаи приложения общих физических законов. ... Лучше было бы назвать ее биофизикой. ... Ей принадлежит крупное будущее». Эта книга дала первое определение биофизики и принесла Пирсону такой же успех, как и его кривые распределения случайных величин.

И все же, я хотел бы сказать больше о наших соотечественниках, которых за труды и идеи следовало бы считать физиками-биофизиками. И, как не трудно догадаться, первым среди них был наш Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765). Будучи последователем Ньютона и приверженцем его представлений о роли эфира в физических и физиологических процессах, он попытался детализировать описание нервного импульса, рецепции и зрения на основе механической модели эфира. В «Слове о происхождении света» он описывает механическую модель эфира, состоящую из малых сфер, имеющих на своей поверхности зубцы, плотно сцепляющие соседние сферы при поворотах и вращении. При этом на движение этих эфирных частиц могут оказывать влияние молекулы различных веществ. «Вообразив сие основание, — пишет Ломоносов — ясно себе представить можете всех чувств действия и других чудных явлений и перемен в натуре бывающих. Жизненные соки в нервах таковым движением возвещают в голову бывающие на концах их перемены, сцепляясь с прикасающимися им внешних тел частицами. Сие происходит нечувствительным временем, для непрерывного совмещения частиц по всему нерву от конца до самого мозга. Ибо по механическим законам известно, что многие тысячи таких шаровых колес, когда они стоят в совместном сцеплении, непрерывно должны с одним повернутым внешнею силою вертеться, с остановленным остановиться и с ним купно умножить или уменьшать скорость движения. Таким образом, кислая материя, в нервах языка содержащаяся, с положенными на язык кислыми частицами сцепляется, перемену движения производит и в мозге оную представляет. Таким способом рождается обоняние». Конечно, с пози-

ций современного знания приведенное высказывание выглядит архаичным, однако, даже при неимении «достаточного запаса опытов», в нем угадываются глубоко осмысленные, пусть интуитивные, представления о фундаментальных свойствах биологических систем — циклических процессах, активных средах, автоволновых процессах и т.д.

Российская биофизика формировалась в среде выдающихся русских ученых-естествоиспытателей конца девятнадцатого, начала двадцатого века — физиков, биологов, медиков, тесно связанных с Московским университетом. Среди них были Н.К. Кольцов, В.И. Вернадский, П.Н. Лебедев, И.И. Мечников, П.П. Лазарев, позднее — С.И. Вавилов, А.Л. Чижевский, Н.В. Тимофеев-Ресовский и многие другие.

Николай Константинович Кольцов (1872–1940) выдвинул гипотезу, что признаки, передаваемые по наследству, определяются линейным расположением мономеров в полимерных молекулах, размножающихся по принципу матриц (!). Эта основополагающая идея так бы и была не замечена, если бы не его ученик Н.В. Тимофеев-Ресовский (1900–1981), выдающийся биолог и биофизик. Вместе с физиком-теоретиком Максом Дельбрюком в Германии он начал экспериментальные исследования идеи Кольцова — определения частоты мутаций у дрозофил в зависимости от радиоактивного излучения. Он экспериментально определил размер генома в клетке — его «эффективное сечение захвата». Под влиянием Тимофеева-Ресовского Дельбрюк заинтересовался генетикой фагов. После эмиграции Дельбрюка в США в аспирантуру к нему поступил орнитолог Джеймс Уотсон (1928), который вместе с английским биофизиком и генетиком Френсисом Криком (1916) и Морисом Уилкинсом (1916), английским биофизиком, в 1953 году создали пространственную модель ДНК — двойную спираль. В 1962 году они получили за эту работу Нобелевскую премию. А истоки идеи к ним шли от Кольцова и Тимофеева-Ресовского, который в конце жизни несколько лет преподавал молекулярную биологию биофизикам у нас на физическом факультете.

Теперь о том, как отечественная биофизика создавалась физиками Московского университета. В физической лаборатории, руководимой Петром Николаевичем Лебедевым (1866–1912), создателем русской экспериментальной физической школы, в начальные годы 20-го столетия проходили семинары, посвященные проблемам фотосинтеза. В их организации и проведении участвовал профессор Московского университета, выдающийся физиолог растений и популяризатор эволюционного учения Климент Аркадьевич Тимирязев (1843–1920). Лебедевы и Тимирязевы дружили семьями. Сейчас предмет семинарских обсуждений назывался бы биофизикой фотосинтеза. Обсуждался, в частно-

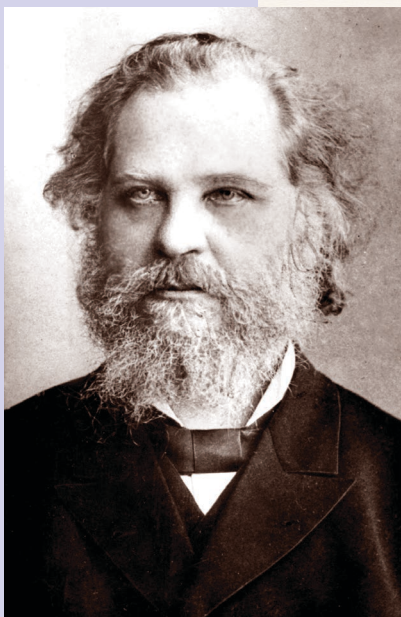
сти, и вопрос относительно зависимости эффективности фотосинтеза от интенсивности и длины волны света. Напомним, что тогда еще не существовало теории относительно энергии светового кванта. Именно с этим вопросом обращался к Тимирязеву тогда еще студент медицинского факультета Петр Петрович Лазарев (1878–1942), впоследствии ученик и соратник Лебедева. В 1901 году Лазарев окончил медицинский факультет Московского университета. Позднее он сдал полный курс физики и математики и работал в лаборатории Лебедева. В 1912 году Лазарев по представлению своего учителя возглавил его лабораторию. В 1917 году он был избран первым в России академиком-биофизиком по представлению выдающегося физиолога, Нобелевского лауреата Ивана Петровича Павлова (1849–1936). Им же в 1922 году был прочитан первый в России лекционный курс под названием «Биофизика» для врачей при клинике Московского университета.



П.П. Лазарев и П.Н. Лебедев

С 1920 по 1931 год П.П. Лазарев возглавлял созданный по его инициативе и утвержденный специальным декретом Председателя Совнаркома В.И. Ульяновым-Лениным Государственный институт биофизики. Лазарев также являлся основоположником медицинской рентгенологии: в его институте имелась первая и единственная работавшая рентгеновская установка, на которой сделали рентгеновский снимок Ленину после покушения в 1918 году. Однако институт биофизики и физики был ликвидирован после ареста Лазарева в 1931 году, а в 1934 году на его основе был сформирован ФИАН имени Лебедева.

И все же, выскажу свое личное мнение, что самым выдающимся, мудрым и неоцененным в нашей области знания ученым был Николай Алексеевич Умов (1846–1915). Вместе с Лебедевым он принимал деятельное участие в составлении проекта и организации Физиче-



Н.А. Умов

ского института при университете, преподавал физику студентам-медикам, был Президентом Московского общества испытателей природы (1897–1915), после смерти А.Г. Столетова в 1896 возглавил кафедру физики.

Исторически и по неразумению руководителей науки биофизику относят к биологии, науке о живых организмах, призванную искать и объяснять в них физические механизмы. По существу же, биофизика, по предмету изучения и по методам, значительно шире, чем биология: это наука о живых и сопряженных неживых системах, определяющая физическими закономерностями возможности, границы и механизмы возникновения и функционирования живых систем. Это — база наук о живом, где принципы — физические, инструментарий — химический (биохимический), а функции — биологические. Так и Н.А. Умов, выдающий-



Л.А. Blumenфельд

ся мыслитель, воспринимал физику как базу живого. Предвосхитив мысли не читавших его трудов создателей термодинамики открытых систем, синергетики, а также многих современных отечественных биофизиков, он языком современной ему науки формулировал «что есть жизнь с точки зрения физики». Так, Умов содержательно обсуждал концепцию физических машин в живых системах. Чего стоит его яркое образное высказывание: «Живую материю можно уподобить горящей лампе, которая сама добывает сжигаемое масло».

С середины двадцатых годов до послевоенного времени физики Московского университета системно живой природой не занимались. Но и здесь необходимо вспомнить Сергея Ивановича Вавилова (1891–1951), брата Николая Ивановича Вавилова (1887–1943), выдающегося биолога, генетика, физиолога растений и географа, президента ВАСХНИЛ (1929). Лазарев был научным руководителем Вавилова. В Институте физики и биофизики Вавилов исследует квантовую природу света при отсутствии приборов для регистрации сверхнизкой интенсивности света. Тогда Лазарев, занимавшийся биофизикой рецепторов и проводивший спектральные исследования чувствительности глаза, предлагает использовать для опытов человеческий глаз — на тот момент наиболее чувствительный физический прибор. В 1932 году вместе со своим аспирантом Павлом Александровичем Черенковым (1904) он открывает излучение, возникающее при движении в веществе заряженных частиц со скоростями, превышающими фазовую скорость света в данном веществе (Нобелевская премия за это открытие в 1958 году была получена И.Е. Таммом, И.М. Франком и П.А. Черенковым).

С 40-х годов в биофизике начались разительные перемены. И то было велением времени — совершившая к середине нашего века феноменальный скачок физика активно входила в биологию. Насущной необходимостью для науки тех и последующих дней стала подготовка специалистов с тремя фундаментальными образованиями: физическим, биологическим и химическим. В нашей стране была еще одна важная причина возникновения в 40-е годы тесного союза между биологией и физикой. После печально известной сессии ВАСХНИЛ 1948 года, когда стараниями Т.Д. Лысенко и его покровителей генетика была объявлена лженаукой, а многие биологи были изгнаны из институтов и частью репрессированы, занятия современными аспектами биологии клетки и генетики ушли в физические учреждения: в Курчатовский институт, в уральские лаборатории и на физический факультет МГУ. На протяжении многих лет не только в МГУ, но и во всех других ВУЗах страны студенты-биологи не получали фундаментальных знаний по новейшим разделам биологии. Сторонники Т.Д. Лысенко на биологических факультетах блокировали попытки исправить положение.

Именно тогда на помощь биологам пришли физики и математики. Академики И.Е. Тамм, П.Л. Ка-

пица, И.В. Курчатов, Н.Н. Семенов, А.А. Ляпунов, А.И. Шальников, ректор Московского университета И.Г. Петровский неоднократно обращались в самые высокие инстанции, указывая на недопустимость сложившейся в биологии ситуации. По инициативе Нобелевских лауреатов И.Е. Тамма, Н.Н. Семенова, академика А.И. Шальникова ректором И.Г. Петровским осенью 1959 года на физическом факультете Московского университета была создана первая в мире кафедра биофизики, которая начала готовить специалистов-биофизиков из физиков (до того биофизиков готовили из биологов или медиков). Со стороны администрации создание специализации «биофизика» на физфаке поддержали декан профессор В.С. Фурсов и его заместитель В.Г. Зубов. Первыми сотрудниками кафедры стали физико-химик Л.А. Блюменфельд, 30 лет ее возглавлявший, биохимик С.Э. Шноль, профессор кафедры, и физиолог И.А. Корниенко.

За 59 лет существования кафедра подготовила около 1000 биофизиков. Признанными в мировом сообществе научными достижениями кафедры можно

считать разработку механизмов автоволновой самоорганизации в активных химических и биологических средах, физических механизмов фотосинтеза, теории молекулярных биологических машин, биофизических основ функционирования цитоскелета клеток и систем свертывания крови. Известны работы в области нанобиотехнологий. И многие другие.

Завершая статью, хочу отметить, что в более чем столетней истории развития биофизики в России много замечательных страниц вписано физиками Московского университета, а также выпускниками кафедры биофизики.

Перспективность и многоплановая значимость теоретической и прикладной биофизики как науки делает ее в высшей степени востребованной в развитии образования на физическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова.

*Заведующий кафедрой биофизики
физического факультета МГУ, профессор В.А. Твердислов*





Под ред. Н.Н. Сысоева, В.Н. Задкова, А.А. Федянина,
Н.Б. Барановой

Дизайн и верстка: И.А. Силантьева.

Фотограф С.А. Савкин

Пресс-секретарь физического факультета: Пчелина Д.И.
press@phys.msu.ru

Подписано в печать 20.12.18. Тираж 400 экз.

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