

НАУКА ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ

Кафедра квантовой радиофизики — одна из самых старых и заслуженных кафедр Физтеха. Под своим первоначальным названием «Оптика» она была создана практически одновременно с возникновением института академиками С. И. Вавиловым и Г. С. Ландсбергом на базе Физического института им. П. Н. Лебедева РАН — одного из крупнейших научно-исследовательских центров России. Таким образом ФИАН и еще несколько известных институтов стали, по-существу, первыми базовыми организациями Физтеха. На счету создателей и первых преподавателей кафедры ряд знаковых для мировой науки открытий, таких как комбинационное рассеяние света (Г. С. Ландсберг, Л. И. Мандельштам), эффект Вавилова — Черенкова (Нобелевская премия 1958 года: П. А. Черенков, И. Е. Тамм, И. М. Франк), разработка люминесцентных источников света и методов спектрального анализа веществ, а также создание отечественных научных школ в области оптики и спектроскопии.

□ НОВЫЙ ПРИНЦИП

Название «Квантовая радиофизика» кафедре было присвоено в 1968 году и отражало принципиально новый этап ее развития в связи с формулировкой в ФИАНе академиками Н. Г. Басовым и А. М. Прохоровым нового принципа генерации электромагнитных волн и созданием на этой основе квантовых генераторов радио- и оптического диапазонов — мазеров и лазеров (Нобелевская премия 1964 года совместно с Ч. Таунсом). Это достаточно быстро привело к возникновению новых областей науки — лазерной физики, квантовой электроники, нелинейной оптики, лазерной спектроскопии, физики взаимодействия лазерного излучения с веществом. Одновременно это дало огромный импульс бурному развитию практически всех фундаментальных и прикладных направлений фотоники и лазерных технологий, а также сделало возможным использовать лазеры для локации Луны, зондирования атмосферы и контроля озонового слоя Земли, открыло пути приложений лазеров в био-



ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Николай Колачевский,
директор ФИАН,
член-корреспондент РАН:

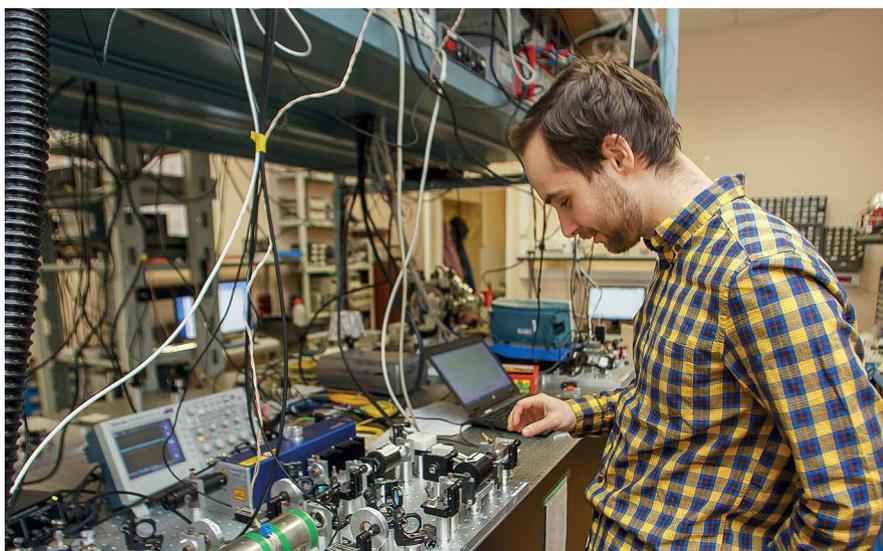
«ФИАН и МФТИ связывает многолетнее и плодотворное сотрудничество. Система базовых кафедр, которая была исторически развита на Физтехе, оказалась полезной и взаимодополняемой как для МФТИ, так и для ФИАНа. И именно кафедра квантовой радиофизики всегда была для нас одной из ключевых. Сегодня мы сильно омолодили состав кафедры и рассчитываем, что новое поколение сотрудников будет с честью нести ее знамя».

логии, медицине и диагностике заболеваний, позволило создать лазерные стандарты частоты и времени.

БУРНОЕ РАЗВИТИЕ

В настоящее время практически во всех ведущих мировых научных и научно-технологических центрах происходит бурное развитие фундаментальной и прикладной фотоники, оптики и спектроскопии, а также лазерных технологий. «Наряду с огромным прогрессом исследований в области микро- и нанопотоники, оптики гетероструктур и метаматериалов, квантовой оптики и квантовой информатики это

объясняется тем, что фотоника является в последние годы одним из наиболее динамичных инновационных направлений экономики развитых стран и обладает огромным потенциалом для роста, — говорит заведующий кафедрой профессор Владимир Лебедев. — Соответственно, чрезвычайно интенсивно во всем мире развиваются сейчас квантовые информационно-коммуникационные технологии, в том числе квантовая криптография, оптические системы памяти, записи и хранения информации, а также технологии, основанные на современной полупроводниковой, органической и гибридной (органонеорганической) фотонике и оптоэлектронике. Приоритетное внимание уделяется таким областям фотоники, как создание высокоэффективных фотовольтаических элементов для солнечной энергетики и энергосберегающих источников освещения, в том числе светоизлучающих полупроводниковых, органических и гибридных светодиодов и транзисторов, а также гибких дисплеев. Большая социально-экономическая роль возлагается на промышленные лазеры и лазеры в медицине и диагностике заболеваний. Актуальна разработка

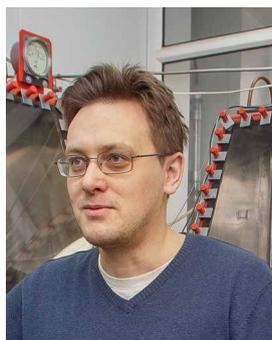


Аспирант Илья Семериков за работой на фемтосекундной гребенке

технологии создания микро-дисплеев, коммуникационных переключателей с селекцией по длинам волн и пространственных модуляторов света, наשלемых и окологлазных дисплеев, устройств ввода и обработки оптической информации».

Все это требует подготовки высококвалифицированных научных кадров, способных заниматься научно-исследовательской работой по широкому кругу актуальных проблем современной оптической и квантовой физики. Задачу подготовки таких молодых специалистов, обладающих фундаментальными знаниями и умением работать в указанных областях, и ставит перед собой кафедра квантовой радиофизики.

Она готовит экспериментаторов и теоретиков в области современной квантовой и нелинейной оптики, квантовой информатики и квантовой криптографии, лазерной физики, микро- и нано-фотоники, спектроскопии сверх-высокого пространственного и временного разрешения, физики взаимодействия излучения с веществом, оптоэлектроники, квантовой физики атомно-молекулярных и экзотических систем. «А вот собственно радиофизикой кафедра, несмотря на название, практически не занимается, — отмечает ее заведующий Владимир Лебедев. — Это просто дань традиции, отражающая



ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Андрей Ващенко,
старший научный сотрудник отдела люминесценции ФИАН:

«Сейчас я занимаюсь органическими светодиодами, тестирую для них новые материалы — это сегодня достаточно модное направление. Мы пытаемся понять связь химической структуры молекул с характеристиками светодиодов, которые из них получаются. Считаю, что МФТИ дает очень качественное образование. Да, на Физтехе тяжелая учебная программа, и чтобы ее выдержать, нужно действительно много работать. Но это помогло мне стать ученым. После третьего курса я уже трудился в научной группе в ФИАН. Потом защитил диплом. И аспирантскую практику тоже проходил на кафедре квантовой радиофизики».

тот факт, что в ФИАНе сначала были созданы квантовые генераторы радио-, а не оптического диапазона».

Высокая научная квалификация позволила многим выпускникам кафедры занять ведущие позиции в российских и зарубежных научных центрах. В настоящее время они составляют костяк отделения оптики ФИАН, успешно работают в отделениях квантовой радиофизики и физики твердого тела ФИАН, в институтах общей физики РАН (ИОФАН) и спектроскопии РАН (ИСАН), а также во многих ведущих российских и зарубежных научных центрах и университетах.

ПУТЬ В БОЛЬШУЮ НАУКУ

Сегодня на кафедре работает 11 сотрудников. Все они, включая директора ФИАН, члена-кор-

респондента РАН Николая Колачевского и заведующего кафедрой, профессора Владимира Лебедева, являются ее выпускниками. Как говорит директор ФИАН, «несмотря на очень большую нагрузку, которая ложится на любого руководителя крупной организации, я продолжаю читать лекции на кафедре. Две в осеннем семестре и одну, по квантовой информатике, в весеннем».

Для первокурсников кафедра проводит ознакомительные экскурсии в ФИАН и Российский квантовый центр в Сколково (RQC), в значительной мере созданный по инициативе и при активном участии выпускников кафедры квантовой радиофизики. Студентов второго курса ждет цикл лекций «Введение в специальность». На третьем курсе параллельно идет обучение общефизическим дисциплинам и практическая экспериментальная подготовка в кафедральных учебно-научных лабораториях, расположенных на территории МФТИ в г. Долгопрудном. А начиная с четвертого курса экспериментальная или теоретическая работа практически полностью перемещается

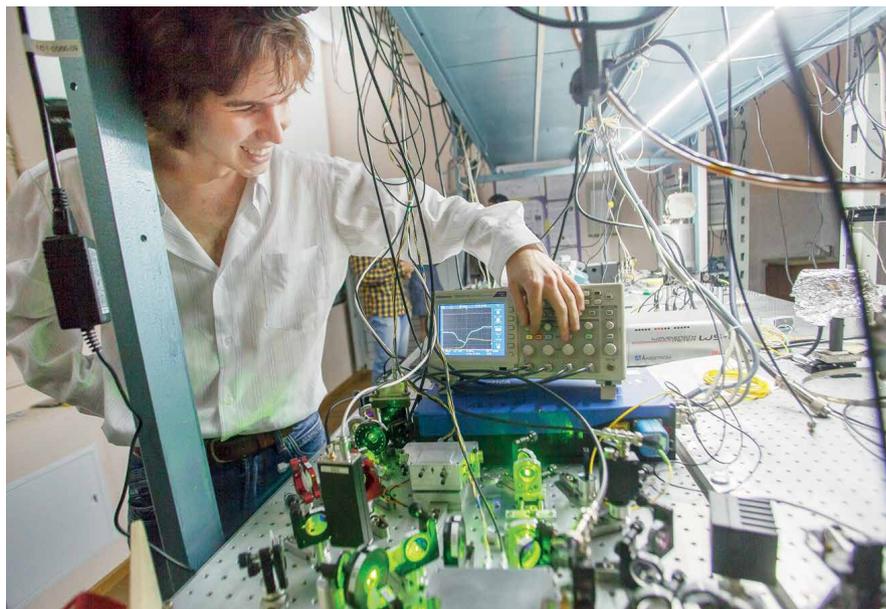
“ *Высокая научная квалификация позволила многим выпускникам кафедры занять ведущие позиции в российских и зарубежных научных центрах* ”

в ФИАН. «Сначала мы приходим туда на 2–3 дня в неделю, — вспоминает аспирантка Гульнара Вишнякова. — Выбираем лабораторию и потихоньку вникаем в научную работу, выполняем какие-то задания. Но тут все зависит от случая. Иногда ты сразу вливаешься в большой эксперимент, а иногда дают локальную задачу, с которой ты полностью можешь справиться сам. Конечно, поначалу очень сложно, но при должном усердии адаптируешься быстро».

В программу входят и специализированные курсы Российского квантового центра в Сколково. Кроме того, центр регулярно проводит конференции и коллоквиумы, на которых собираются представители лучших научных коллективов планеты и признанные лидеры в своих областях знаний.

Кафедра сотрудничает с многими ведущими университетами и научно-исследовательскими центрами мира: Harvard University (USA), Brookhaven National Laboratory (USA), Max Planck Institute of Quantum Optics (Germany), University of Paris-Saclay (France), Sophia University (Tokyo, Japan), University of Electro-Communications (Tokyo, Japan), Industrial Technology Research Institute (ITRI, Chinese). Благодаря этому талантливые студенты и аспиранты получают возможность проходить стажировки за рубежом.

Как признаются вчерашние студенты, полученное на кафедре образование дает хороший «бэкграунд» для занятий наукой, помогая быстро осваивать любой новый и обширный научный материал. Именно в этом и заключается одна из главных задач базовых кафедр.



Лаборатория стандартов частоты

СВЕЖАЯ КРОВЬ

В последние годы руководство кафедры поставило задачу омоложения преподавательского состава. «Студенты зачастую гораздо лучше воспринимают молодых преподавателей, — говорит Владимир Лебедев. — Кроме того, мы стремились создать некий разумный баланс опытных сотрудников и молодежи, которая у них учится». В результате на кафедре активно привлекают к преподавательской работе аспирантов и тех, кто только-только защитил кандидатские диссертации. Сначала они ведут лабораторные работы, потом семинары, а в перспективе читают лекции — так молодые сотрудники постепенно погружаются в образовательный процесс. При этом для них стараются создать и достойные материальные условия. «Конечно, заниматься преподаванием не каждый может и хочет, — отмечает руководитель кафедры. — Мы направляем студентов и аспирантов в активно работающие научные группы и лаборатории, которые могут поддержать их материально из средств научных грантов и проектов, полученных на курсовой основе. Руководство

и ведущие преподаватели кафедры отдают себе отчет в том, что большинство студентов и аспирантов МФТИ — дети из относительно небогатых семей, так что при отсутствии финансовой поддержки из научных грантов ребятам придется подрабатывать. А это невероятно трудно сочетать с полноценными занятиями наукой».

НАУКА И ТЕХНИКА

Сегодня сложно добиться серьезных научных достижений без современного дорогостоящего научного оборудования. В этом плане кафедра старается идти в ногу со временем. Чего только стоит уникальная лаборатория по лазерному охлаждению атомов, в которую были вложены очень серьезные средства. В этой лаборатории успешно работают многие студенты, аспиранты и выпускники кафедры. В ФИАНе имеется также ряд хорошо оснащенных оборудованием лабораторий в области нанофотоники и квантовой оптики, а также «Центр коллективного пользования», где собрано уникальное оборудование. К слову, подобный центр имеется и на Физтехе.

Сотрудники и выпускники кафедры могут гордиться серьезными научными достижениями в самых различных направлениях оптической и квантовой физики и в последние годы. Так, например, совсем недавно группа, в которую входит старший научный сотрудник отдела люминесценции ФИАН Андрей Ващенко, стала лауреатом премии правительства Москвы за 2015 год за разработки в области органических светоизлучающих диодов.

«Два крупных отделения ФИАН — отделение оптики и отделение квантовой радиофизики — целенаправленно занимаются исследованиями в области современной фотоники и оптоэлектроники, лазерной физики, оптики новых композитных структур и материалов, лазерного охлаждения и прецизионной атомной спектроскопии, — говорит Николай Колачевский. — Это целый спектр абсолютно современных задач. Их актуальность подтверждается тем, что за последние лет 15 в этой области было получено несколько Нобелевских премий. Много хороших научно-исследовательских работ в области оптики и спектроско-

пии конденсированного состояния, нано- и микроструктур проводится и в отделении физики твердого тела ФИАН».

«Наряду с научными лабораториями в ФИАНе в МФТИ недавно было создано новое хорошо оснащенное подразделение — лаборатория технологий 3D-печати функциональных микроструктур», — говорит Владимир Лебедев. В работе этой лаборатории активное участие принимают молодые научные сотрудники, а также аспиранты и студенты базовой кафедры «Квантовая радиофизика» ФОПФ. Другой пример успешного сотрудничества в последние годы — совместная научная работа кафедры «Квантовая радиофизика» ФОПФ с кафедрой «Электрофизика» ФФПЭ. В результате полученных на конкурсной основе и выполненных в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы проектов и крупного гранта РНФ (2014–2016 гг.) удалось привлечь к научно-исследовательской работе по актуальной тематике и существенно поддержать

финансово молодых сотрудников, аспирантов и студентов финансовых базовых кафедр.

СОВЕРШЕННО ТОЧНО

Еще одно направление подготовки студентов и научной работы сотрудников кафедры — стандарты частоты и времени, которые имеют огромное значение, как в фундаментальном, так и в прикладном аспектах. Сейчас такие оптические стандарты делают на ультрахолодных атомах или ионах. В настоящее время в ФИАН такие исследования проводятся на ионах алюминия. Вот и сегодня здесь кипит работа. Однако студенты и аспиранты находят время, чтобы рассказать о своих научных исследованиях.

Как признается студент Тимофей Шпаковский, на кафедре квантовой радиофизики он оказался почти случайно, но ничуть не жалеет об этом. «Стандарты частоты и времени — это очень стабильный осциллятор, — объясняет Тимофей. — Они используются в навигации, потому что спутники координируются по наземным часам, а дальше уже ваш навигатор ориентируется

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ НА КАФЕДРЕ КВАНТОВОЙ РАДИОФИЗИКИ:

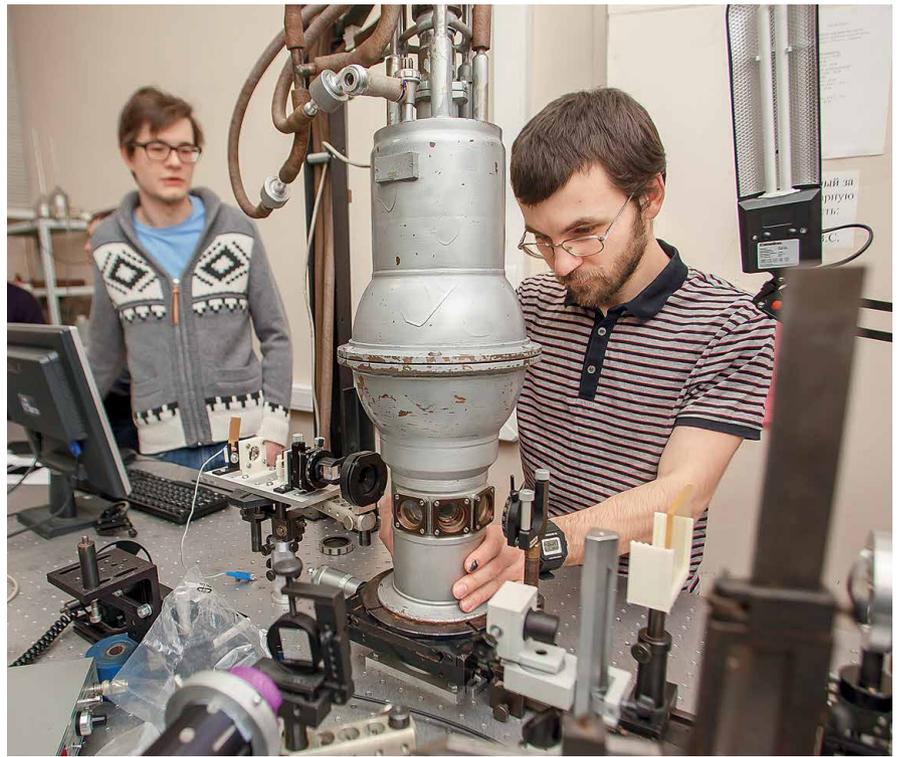
- Квантовая оптика, квантовая информатика, квантовая криптография
- Нанооптика, нанофотоника, наноплазмоника; оптические, плазмонные и гибридные нановолноводы
- Оптика и спектроскопия микроструктур и наноразмерных систем, твердого тела и поверхности
- Лазерная физика и взаимодействие излучения с веществом
- Нелинейная оптика и спектроскопия
- Фемтосекундная оптика и спектроскопия
- Органическая, неорганическая и гибридная фотоника и оптоэлектроника
- Рентгеновская оптика и рентгеновская астрономия Солнца
- Физика ультрахолодных атомов, сложных и экзотических атомно-молекулярных систем
- Лазерное управление квантовыми системами со многими степенями свободы
- Современная прецизионная спектроскопия
- Создание сверхточных стандартов частоты и времени
- Физика полупроводниковых гетероструктур и материалов (квантовых точек, квантовых ям и др.)
- Компьютерное моделирование, экспериментальное и теоретическое исследование наноматериалов
- Разработка элементной базы фотонных и светоизлучающих устройств нового поколения (OLED и др.)

по местонахождению спутников. Часы, с которыми мы работаем, представляют собой устройство, где у вас есть лазер, который настраивается под переходы в атомах. Вся технология состоит в создании сложной обратной связи между осциллятором и системой».

Все ребята признаются, что в начале обучения сложно выбрать кафедру осознанно. «Ты приходишь на первый курс и поначалу не понимаешь, чем отличается квантовая механика от элементарных частиц, — вспоминает Гульнара Вишнякова. — Однако в плане смены кафедры или лаборатории у нас в МФТИ все абсолютно демократично. Я сама на первом курсе выбрала кафедру проблем физики и астрофизики. Однако со временем поняла, что больше хотела бы заниматься экспериментом, чем теорией. Позвонила Владимиру Сергеевичу (Лебедеву. — *Ред.*) и сказала, что хочу на вашу кафедру. Меня отпустили без каких-либо проблем».

ХОРОШАЯ БАЗА

Систему базовых кафедр можно считать визитной карточкой МФТИ. Идея их создания была заложена с самого основания института. Ни один вуз в послевоенные годы не мог обеспечить высокий уровень образования по дисциплинам, стоящим на острие науки. А вот в НИИ — «базах» — были люди, которые работали над развитием наиболее актуальных научных направлений и технологий. Они и стали преподавателями базовых кафедр, на которых проходят обучение студенты старших курсов Физтеха. На первых трех курсах МФТИ закладывался фундамент



Эксперимент по исследованию излучения одиночных дефектов в квантовой яме

знаний в области физики и математики, а начиная с четвертого курса процесс обучения основам той или иной специальности практически полностью перемещался в базовые организации (институты Академии наук или в ведущие научно-технологические центры страны) и осуществлялся сотрудниками базовых кафедр. Фактически в таком виде система базовых кафедр дожила до наших дней.

«Физики и математики, работающие в университетах и технических вузах на постоянной основе, — часто специалисты очень высокого уровня, — рассказывает Владимир Лебедев, — но ряд из них в силу большой педагогической нагрузки постепенно становятся больше преподавателями, чем активно действующими учеными. В результате немалый процент штатных университетских преподавателей в значительной мере становятся оторванными от современной и быстро меняющейся научной жизни, которая в нашей стране, в силу сложившихся условий

и традиций, до сих пор наиболее интенсивно протекает в академических институтах и научно-технологических центрах. Основная идея Физтеха и базовых кафедр, заложенная еще создателями института, состояла в том, чтобы студентов учили люди, которые в настоящий момент активно занимаются современной фундаментальной и прикладной наукой. Поэтому с самого начала возникновения Физтеха даже обучение на младших курсах основным дисциплинам в области физики и математики проводилось не только штатными преподавателями, но и совместителями из базовых организаций, а на старших курсах Физтеха образовательный процесс практически полностью перемещался в базовые организации. Это привело к тому, что уже первые выпускники Физтеха были одними из самых мотивированных и сильных ученых и инженеров-физиков в нашей стране. Время показало, что созданная в МФТИ система базовых кафедр, безусловно, себя полностью оправдала». ■