

РАДИОФИЗИКИ ННГУ – ОБОРОНЕ, НАУКЕ, ИННОВАЦИЯМ

ГУРБАТОВ Сергей Николаевич – д-р физ.-мат. наук, профессор, заведующий кафедрой акустики радиофизического факультета, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. E-mail: gurb@rf.unn.ru

МАТРОСОВ Валерий Владимирович – д-р физ.-мат. наук, профессор, декан радиофизического факультета, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского». E-mail: matrosov@rf.unn.ru

ЯКИМОВ Аркадий Викторович – д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры бионики и статистической радиофизики радиофизического факультета, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. E-mail: yakimov@rf.unn.ru

Аннотация. В статье приводятся краткие сведения об истории создания радиофизического факультета ННГУ, о системе обучения и научных достижениях, о связях факультета с российскими и международными научными центрами. В основу подготовки кадров на факультете было положено фундаментальное физико-математическое образование, индивидуальный подход к обучению.

Ключевые слова: радиофизика, интеграция, исследовательские школы, мегагранты

Для цитирования: Гурбатов С.Н., Матросов В.В., Якимов А.В. Радиофизики ННГУ – обороне, науке, инновациям // Высшее образование в России. 2016. № 3 (199). С. 124–131.

Радиофизический факультет сегодня – один из крупнейших учебно-научных центров Российской Федерации¹. Образование и научные исследования ведутся в тесной интеграции с академическими и ведомственными НИИ, а также с родственными вузами и промышленным сектором с момента создания факультета. В настоящее время факультет имеет обширные международные связи, что обеспечивает подготовку студентов на уровне мировых требований и является основой серьезных научных достижений.

Образование – из первых рук

“Студенты должны получать науку из первых рук” – основной педагогический по-

стулат факультета. Радиофизический факультет ННГУ является первым в России и в Советском Союзе факультетом, готовящим специалистов-радиофизиков. Постановлением от 29 июня 1945 г. Совет Народных Комиссаров СССР обязал Комитет по делам высшей школы организовать с 1 сентября 1945 г. в Горьковском государственном университете специальный факультет по подготовке специалистов в области радиофизики для научно-исследовательских институтов и заводских лабораторий радиолокационной и электровакуумной промышленности². Через год радиофизическое отделение возникло на физфаке МГУ им. М.В. Ломоносова. Затем подготовка радиофизиков началась в вузах других городов.

¹ Радиофизический факультет ННГУ. URL: <http://www.rf.unn.ru/rus/>

² «В целях подготовки специалистов в области радиофизики для научно-исследовательских институтов и заводских лабораторий радиолокационной и электровакуумной промышленности Совет Народных Комиссаров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ: 1. Обязать Комитет по делам Высшей Школы при СНК СССР (т. Кафтанова) организовать с 1 сентября с.г. в Горьковском Государственном университете специальный факультет по подготовке радиофизиков, предусмотрев на этом факультете подготовку специалистов в следующих областях: элек-

В Горьком (Нижегород) сформировалась уникальная научная школа радиофизиков. Выпускники факультета заняли ведущие позиции не только в радиопромышленности, радиофизике и физике, но и в самых разнообразных отраслях, начиная от чистой и прикладной математики и кончая сферой финансов и государственного управления. Это произошло потому, что организаторами факультета в основу подготовки было положено фундаментальное физико-математическое образование, индивидуальный подход к обучению. Студентов учили люди, делавшие науку на самом высоком уровне. Преподавание велось по учебным планам, основы которых заложили выдающиеся ученые: академики А.А. Андронов, В.А. Гинзбург, профессора М.Т. Грехова, Г.С. Горелик, М.А. Левин, А.Г. Майер и др. Главная концепция программы подготовки “Учить учиться”, принятая создателями факультета, получила широкое признание во всём мире как обеспечивающая высокую квалификацию выпускников.

Эти традиции оберегаются на факультете самым тщательным образом. Практически все преподаватели активно занимаются научной работой. Студенты с третьего курса имеют квалифицированных научных руководителей, которыми являются как преподаватели факультета, так и научные работники академических и отраслевых НИИ.

Образовательные программы факультета постоянно модифицируются и расширяются. Факультет одним из первых в стране получил лицензию на подготовку

магистров, вначале по физике (1993 г.), а с 1998 г. – и по радиофизике. В 1996 г. открыта новая специальность “Информационные системы в радиофизике и телекоммуникациях”. В июле 1998 г. получена лицензия ФАПСИ на право подготовки и послевузовской переподготовки кадров в области защиты информации. В России такую лицензию имеют шесть гражданских вузов. Радиофизический факультет от лица ННГУ стал Головной организацией по разработке ФГОС по направлению подготовки “Радиофизика” (бакалавриат и магистратура).

В 2006 г. начат новый проект. Приказом Минобороны России открыта подготовка



роники и вакуумной техники сверхвысоких частот, теории линейных и нелинейных колебаний, электродинамики и распространения электромагнитных волн. <...> 11. Обязать Горьковский горисполком: а) передать Горьковскому Государственному университету для размещения радиофизического факультета здание по ул. Свердлова № 37, освобождаемое расформированным госпиталем № 1904»

(Совет Народных Комиссаров СССР. Постановление № 1542 от 29 июня 1945 г. Москва, Кремль. “Об организации специального радиофизического факультета в Горьковском Государственном университете”. Подписи: Зам. Председателя Совета Народных Комиссаров Союза ССР В. Молотов, Управляющий Делами Совета Народных Комиссаров СССР Я. Чадаев).

офицеров-контрактников для службы в Российской Армии (на основе специальностей 010801.65 “Радиофизика и электроника” и 230201.25 “Информационные системы и технологии”). Проект оказался востребованным со стороны абитуриентов.

В настоящее время факультет ведёт подготовку по следующим специальностям и направлениям: Фундаментальная информатика и информационные технологии (02.03.02 – академический бакалавриат, 02.04.02 – магистратура); Радиофизика (03.03.03 – академический бакалавриат, 03.04.03 – магистратура); Информационная безопасность телекоммуникационных систем (10.05.02 – специальность, включая заказ Минобороны РФ); Специальные радиотехнические системы (11.05.02 – специальность, заказ Минобороны РФ).

В 2015 г. на факультет было зачислено 297 студентов, из них 42 – в магистратуру. Это самый большой приём в университете после Института информационных технологий, математики и механики (включающего в себя два факультета: механико-математический и вычислительной математики и кибернетики).

На факультете действуют две исследовательские школы для магистрантов и аспирантов: “Колебательно-волновые процессы в природных и искусственных средах” (руководитель – профессор С.Н. Гурбатов, соруководитель – профессор А.А. Мальцев); “Лазерная физика” (руководитель – профессор М.И. Бакунов).

Подготовка кадров высшей квалификации осуществляется в аспирантуре и докторантуре факультета. Аспиранты, соискатели и докторанты имеют возможность защиты своих работ в диссертационном совете Д 212.166.07, действующем на базе радиофизического факультета. К защите принимаются диссертации по трём научным специальностям: 01.04.03 Радиофизика, 01.04.06 Акустика, 05.04.21 Лазерная физика.

Научные исследования на факультете

Образование в области радиофизики предполагает тесную связь с академической наукой. В рамках Федеральной целевой программы “Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997–2000 годы” был создан Учебно-научный центр “Фундаментальная радиофизика” [1]. Основными исполнителями проекта являются ННГУ, ИПФ РАН, ИФМ РАН, НИР-ФИ. Разумеется, научная активность факультета не ограничивается работами, выполняемыми совместно с указанными НИИ; факультет активно сотрудничает со всеми НИИ и предприятиями родственного профиля, а также с зарубежными организациями.

По количеству научных грантов радиофизический факультет занимает первое место как среди факультетов ННГУ, так и среди других вузов Нижнего Новгорода. В 1999 г. объём научного финансирования превысил 4 млн. руб., увеличившись с 1995 г. более чем в семь раз. В 2003 г. объём превысил 9 млн. руб., а в 2008 г. составил около 15 млн. руб. Резкий скачок роста финансирования произошёл в 2012 г. – более 161 млн. руб., в 2013 г. – более 211 млн. руб. Это произошло за счёт участия факультета в выполнении мегагрантов в рамках Постановления Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 220 “О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования”. Постановление позволяет активно привлекать к научной работе студентов и аспирантов.

Приведём краткие сведения о НИР, выполняемых на факультете. Прежде всего – это четыре гранта Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях ВПО (Постановление Правительства от 9 апреля

2010 г. № 220 “О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования”); “Экстремальные световые поля и их приложения”; “Междисциплинарное исследование на стыке физики (радиофизики, акустики, лазерной физики, физики микроволн) и уникального приборостроения для биомедицинских целей, а также диагностических методов с приложениями к материаловедению и наукам о Земле”; “Взаимодействие атмосферы, гидросферы и поверхности суши: физические механизмы, методы мониторинга и контроля планетарных пограничных слоев и качества окружающей среды”; “Суперкомпьютерные технологии в нелинейной оптике, физике плазмы и астрофизике”.

Коллективы сотрудников радиофизического факультета получили семь грантов Президента РФ по линии государственной поддержки ведущих научных школ, 15 – по ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009–2013 годы, а также 19 грантов РФФИ (включая софинансируемые Правительством Нижегородской области), три гранта Российского научного фонда. Выполнены четыре заказа Минобрнауки России и 24 работы, финансируемые Правительством Нижегородской области и другими организациями (предприятиями). На базе факультета проводится ежегодная “Научная конференция по радиофизике”, посвящённая Дню Радио (7 Мая). Издаются труды конференции.

Ниже приводятся сведения о некоторых выполняемых проектах.

Лаборатория “Экстремальные световые поля и их приложения” ELSA Lab

В 2010 г. создана лаборатория ELSA Lab³ по изучению экстремальных световых

полей под руководством известного французско-американского ученого Ж. Муру. Заведующий лабораторией – профессор М.И. Бакунов. В лаборатории развернута первая в России лазерная система со стабилизацией фазы заполнения по огибающей лазерного импульса. На её основе создан уникальный экспериментальный стенд и ведутся работы по развитию физических принципов генерации экстремально коротких импульсов света аттосекундной длительности для исследования быстропротекающих процессов в веществе. Разработаны источники терагерцового излучения на основе нелинейно-оптического преобразования фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических средах, обладающие рекордной в мире эффективностью преобразования – до 0,25%. Предложены новые методы детектирования терагерцового излучения. Совместно с компанией Тидекс (г. Санкт-Петербург) создан первый российский коммерческий терагерцовый спектрометр.

Лаборатория состоит из двух частей: “Рентгеновское и терагерцовое излучения” и “Мульти-петаватт”. В лабораториях со-



³ Лаборатория “Экстремальные световые поля и их приложения” ELSA Lab. URL: <http://elsalab.unn.ru/ru>

зданы три экспериментальных комплекса: мультитераваттный, аттосекундный, терагерцовый (рис. 1).

Лаборатория “Биомедицинские технологии, медицинское приборостроение и акустическая диагностика” (MedLab)

В 2011 г. началось выполнение проекта «Междисциплинарное исследование на стыке физики (радиофизики, акустики, лазерной физики, физики микроволн) и уникального приборостроения для биомедицинских целей, а также диагностических методов с приложениями к материаловедению и наукам о Земле»⁴. Ведущий учёный – О.В. Руденко, заведующий кафедрой акустики МГУ им. М.В. Ломоносова, академик РАН; заведующий лабораторией – профессор С.Н. Гурбатов. Созданы макеты приборов: акустический безреагентный анализатор крови (липидный спектр, белковое содержание); вибрационный вискоэластометр; акустотермограф; система диагностики ожирения; микроволновая диагностика выдыхаемого воздуха; оптический микроэластограф тканей.

Созданы приборы: “БИОМ”, безреагентный анализатор крови (рис. 2); “БО-ДИСОНИКС” для определения структуры жирового слоя в процессе скрининга.

Лаборатория “Суперкомпьютерные технологии в нелинейной оптике, физике плазмы и астрофизике” (Cosmos Lab)

В 2013 г. начал проект Cosmos Lab под руководством ведущего ученого, профессора Университета Дюссельдорфа А.М. Пухова⁵. Заведующий лабораторией – доцент Н.В. Введенский.



Рис. 1. Настройка терагерцового спектрометра



Рис. 2. Работа с прибором “БИОМ”

Рассчитаны процессы ионизации атомов и генерации поляризованных токов при взаимодействии интенсивных предельно коротких лазерных импульсов с различными средами. Рассчитаны параметры терагерцового излучения, генерируемого при ионизации газа бихроматическим фемтосекундным лазерным импульсом,

⁴ Лаборатория “Биомедицинские технологии, медицинское приборостроение и акустическая диагностика” (MedLab). URL: <http://medlab.unn.ru/>

⁵ Лаборатория “Суперкомпьютерные технологии в нелинейной оптике, физике плазмы и астрофизике” (Cosmos Lab). URL: <http://www.cosmos.unn.ru/>

содержащим слабое добавочное поле, перестраиваемое вблизи частоты гармоникой основного поля. Предложены новые схемы ускорения электронов в плазменных структурах, облучаемых последовательностью сфазированных лазерных импульсов. Найдены условия, при которых может быть достигнут темп ускорения электронов на два порядка выше темпа, наблюдаемого в экспериментах по лазерно-плазменному ускорению, и на пять порядков выше темпа в современных стандартных ускорителях. Определены оптимальные условия для образования наибольшего числа электронов, позитронов и фотонов в ходе развития квантово-электродинамического каскада в поле двух сталкивающихся экстремально интенсивных лазерных импульсов. Показано, что с использованием уже существующих лазерных систем возможно создание источников гамма-квантов, значительно превосходящих классические источники по производительности, яркости и мощности. Рассчитаны спектры излучения атмосфер нейтронных звезд с сильным магнитным полем, проанализирована возможность появления циклотронного ветра в таких атмосферах, возникающего из-за силы давления излучения в циклотронной линии.

Опубликовано 30 научных статей, в том числе три – в журнале *Physical Review Letters*, шесть – в журнале *Physics of Plasmas*, статьи в журналах *New Journal of Physics*, *Physical Review A*, «Успехи физических наук» и др. Получены свидетельства о государственной регистрации 13 программ для ЭВМ и один патент.

Лаборатория физики планетарных пограничных слоёв (Planet Lab)

В 2011 г. создана лаборатория Planet Lab⁶ под руководством ведущего ученого,

профессора С.С. Зилитинкевича (профессор-исследователь, Финский метеорологический институт; директор по науке Отделения атмосферных наук Университета Хельсинки). Заведующий лабораторией – профессор А.В. Кудрин.

Развиты новые теоретические модели самоорганизации турбулентности, когерентных структур и турбулентного вовлечения в планетарном пограничном слое при свободной и вынужденной конвекции, подтвержденные результатами натурных данных и численных экспериментов. Предложены не имеющие аналогов в мире методы мониторинга конвекции в атмосфере на основе наблюдений вариаций электрического поля как при грозе (по электромагнитному излучению грозовых разрядов в диапазоне сверхдлинных волн), так и в условиях хорошей погоды (по параметрам аэроэлектрических структур, наблюдаемых в пограничном слое атмосферы). Разработан микроволновой спектро радиометр для зондирования термической структуры тропосферы с рекордными характеристиками по диапазону высот (0–12 км), чувствительности и точности, которые достигнуты за



⁶ Лаборатория физики планетарных пограничных слоёв (Planet Lab). URL: <http://www.planetlab.unn.ru/>

счет оптимизации числа и расположения спектральных каналов и применения оригинального алгоритма восстановления температурного профиля. Разработан и реализован в рамках химическо-транспортной модели метод расчета эмиссий от пожаров на основе данных спутниковых измерений с учетом ослабления интенсивности инфракрасного излучения дымовым аэрозолем; эффективность метода продемонстрирована в ходе исследования эпизода аномального загрязнения атмосферы в регионе московского мегаполиса в июле–августе 2010 г. Разработан и реализован метод измерения полей скорости воздушного потока, основанный на высокоскоростной видеосъемке внесенных в поток частиц–маркеров, освещаемых лазером непрерывного излучения; на основе измерений скорости приводного ветра предложено объяснение аномально низкого аэродинамического сопротивления поверхности океана при ураганном ветре.

За время выполнения проекта члены его коллектива опубликовали свыше 80 научных статей, приняли участие в экспедиционных исследованиях в Атлантическом океане по маршруту Роттердам (Нидерланды) – Лас-Пальмас (Канарские острова) – Монтевидео (Уругвай) – Ушуая (Аргентина) – Антарктида.

Исследования в области активного микроволнового зондирования быстропротекающих газодинамических процессов

Начиная с 2003 г. кафедра радиотехники⁷ принимает участие в проекте “Разработка научных основ, создание аппаратных комплексов, алгоритмов и программных средств и практическое применение методов микроволновой диагностики быстропротекающих процессов”. Создан и внедрён в производство уникальный аппаратно-программный комплекс для активного зон-

дирования динамических объектов электромагнитными волнами миллиметрового диапазона с полным методическим и метрологическим обеспечением (см., например, *рис. 3*). Достигнутая в газодинамических приложениях погрешность измерения перемещений порядка 10^{-4} м в беспрецедентно широком интервале скоростей от 10^{-4} м/с до 10^4 м/с с временным разрешением до 10^{-7} с на удалениях объекта от 1 см до 10 м является наилучшей в мире для систем миллиметрового диапазона длин волн. Погрешность измерения средней скорости распространения детонации в образце конденсированного взрывчатого вещества около 0,5 м/с является рекордной.

Перспективность полученных результатов подтверждается растущим интересом к ним крупнейших центров ядерных исследований. Метод активного микроволнового зондирования газодинамических процес-

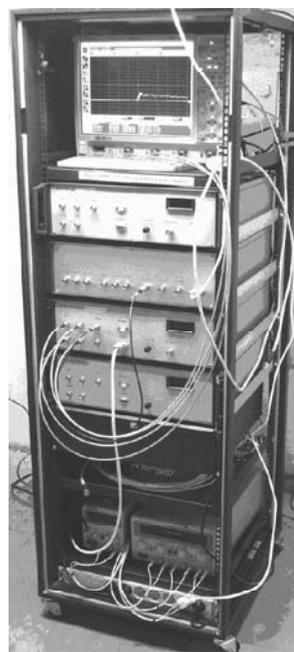


Рис. 3. Многоканальный радиоинтерферометр

⁷ Кафедра радиотехники радиофизического факультета ННГУ. URL: <http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/index.php>

сов активно внедряется в российских ядерных центрах. В 2011 г. технология приобретена исследовательским центром Грама (Франция).

За разработку научных основ, создание аппаратных комплексов, алгоритмов и программных средств и практическое применение методов микроволновой диагностики быстропротекающих процессов участникам проекта присуждена премия Правительства Российской Федерации 2015 года в области науки и техники.

Литература

1. Гурбатов С.Н., Якимов А.В. Учебно-научный центр «Фундаментальная радиофизика». Наука и учебный процесс // Высшее образование в новых условиях: Материалы научно-методической конференции ННГУ, 20 февраля 1998 г. / Под ред. проф. Р.Г. Стронгина. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 1998. С. 4–22. URL: <http://www.rf.unn.ru/int/rus/index.html>

Статья поступила в редакцию 25.01.16.

CONTRIBUTION OF UNN RADIOPHYSICISTS TO DEFENSE, SCIENCE, AND INNOVATION

GURBATOV Sergey N. – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Head of Acoustics Department, Radiophysics Faculty, Lobachevsky National Research State University of Nizhni Novgorod, Nizhniy Novgorod, Russia. E-mail: gurb@rf.unn.ru

MATROSOV Valeriy V. – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Dean of Radiophysics Faculty, Lobachevsky National Research State University of Nizhni Novgorod, Nizhniy Novgorod, Russia. E-mail: matrosov@rf.unn.ru

YAKIMOV Arkadiy V. – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Professor of Bionics and Statistical Radiophysics Department, Radiophysics Faculty, Lobachevsky National Research State University of Nizhni Novgorod, Nizhniy Novgorod, Russia. E-mail: yakimov@rf.unn.ru

Abstract. The article gives a brief information about the history of the UNN Radiophysics Faculty, about the system of education and scientific achievements of the Faculty and its ties with Russian and international research centers. Radiophysics Faculty was established in 1945 and it became the first faculty in the Soviet Union to prepare specialists in radiophysics for scientific research centres and laboratories of radiolocation and electrovacuum industry. “Students should get scientific knowledge at first hand” and “Teach to learn” are the main pedagogical postulates of the teaching staff. Fundamental physical and mathematical education and an individual approach are the foundations of learning process organization at the Faculty. There are two research schools for master’s degree and postgraduate students at the Faculty: “Vibration and wave processes in natural and artificial media” and “Laser physics”. Thus, the education process is closely connected with academic research.

Keywords: radiophysics, integration, research schools, Education and Research Center, mega-grants

Cite as: Gurbatov, S.N., Matrosov, V.V. Yakimov, A.V. (2016). [Contribution of UNN Radiophysicists to Defense, Science, and Innovation]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia]. No. 3 (199), pp. 124-131. (In Russ., abstract in Eng.)

References

1. Gurbatov, S.N., Yakimov, A.V. (1998). [Education and Research Center «Fundamental Radiophysics». Science and Learning Process]. In: Higher Education in the New Conditions: Materials of UNN Scientific and Methodological Conference (Prof. R.G. Strongin – ed.). February 20, 1998. Nizhniy Novgorod: UNN Publ., pp. 4-22. URL: <http://www.rf.unn.ru/int/rus/index.html> (In Russ.)

The paper was submitted 25.01.16.