

К 275-ЛЕТИЮ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ШКОЛА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Оныкий Б.Н. (МИФИ), Михайлов В.Н. (Минатом РФ)

Юбилей Российской академии наук дает хороший повод обратиться к истории подготовки кадров и научных исследований для ядерной энергетики и смежных с ней областей науки и техники.

Развитие новой отрасли, связанной с практическим использованием достижений ядерной физики, освоением цепной реакции деления, решением актуальных задач оборонной промышленности, разработкой и созданием ядерно-энергетических установок различного целевого назначения, вызвало необходимость подготовки специалистов нового типа, способных решать разнообразные задачи — от теоретических и экспериментальных исследований до практических инженерных разработок. Задача подготовки таких специалистов была возложена на Московский механический институт боеприпасов в 1945 г. С этого времени история Московского механического института, переименованного позднее в Московский инженерно-физический институт, тесно связана с отраслевыми и академическими научными центрами и предприятиями, разрабатывавшими научные основы новых видов ядерной технологии. Ведущая роль в организации подготовки таких специалистов в МИФИ по праву принадлежит академику Украинской академии наук А.И. Лейпунскому — одному из крупных ученых-ядерщиков, воспитаннику школы А.Ф. Иоффе, соратнику И.В. Курчатова. Возглавив в 1945 г. вновь организованный им в Московском механическом институте инженерно-физический факультет, А.И. Лейпунский собрал в нем в качестве профессоров плеяду крупных ученых, активно работавших в области фундаментальных и прикладных исследований атомной науки и техники, ядерно-энергетической технологии и заложивших методические основы подготовки инженеров-физиков для новой отрасли. В числе ученых, академиков и профессоров, возглавлявших кафедры и читавших лекции студентам на инженерно-физическом факультете, были И.Е. Тамм, М.А. Леонтович, И.К. Кикоин, И.Я. Померанчук, И.И. Гуревич, В.С. Емельянов, Л.А. Арцимович, М.Д. Миллионщиков, И.В. Обреимов, А.И. Алиханьян, А.Б. Мигдал, Е.Л. Фейнберг, Н.Н. Семенов, И.И. Новиков, П.А. Черенков, М.С. Козодаев, А.Н. Тихонов, Э.В. Шпольский и др. Выпускники МИФИ первых поколений, которым посчастливилось слушать лекции этих ученых, работать под их руководством, перенимать творческий опыт, развивать идеи, по праву считают себя прямыми наследниками и носителями лучших традиций российской научной школы. Многие из них продолжают свою плодотворную научно-педагогическую деятельность в МИФИ, стали инициаторами и руководителями новых научных направлений и научно-педагогических школ.

А.И. Лейпунский и его соратники хорошо понимали, что важным компонентом подготовки будущего специалиста для научной деятельности является его активное участие в научных исследованиях, творческое общение со старшими коллегами. Развитие собственной научной базы, создание при кафедрах научных подразделений, тесное общение с научными институтами и предприятиями отрасли, выполнение исследований и разработок по заданию отраслевых организаций превратили МИФИ в крупный не только учебный, но и научный центр, ведущий фундаментальные исследования и прикладные разработки. Большой вклад в становление и развитие МИФИ как уникального учебно-научного центра страны, завоевавшего авторитет не только в России,

но и за рубежом, внесли его первые директора М.Г. Ефимов, А.Н. Дыгерн, А.Ф. Ланда, Ю.А. Шувалов, И.И. Новиков, К.В. Шалимова, а затем выпускники МИФИ ректоры В.Г. Кириллов-Угрюмов, В.М. Колобашкин, А.В. Шальнов.

Одно из центральных мест в широком спектре проблем, связанных с освоением и использованием ядерно-энергетической технологии, занимает физика ядерных реакторов. В декабре 1945 г. А.И. Лейпунский организовал и возглавил кафедру экспериментальной физики, начавшую впервые в стране систематическую подготовку специалистов в этой новой области. За более чем полувековой период кафедра, называемая в настоящее время кафедрой теоретической и экспериментальной физики ядерных реакторов, подготовила около 2000 специалистов. Большой вклад в становление кафедры внесли Н.А. Бургов, С.М. Фейнберг, С.Б. Шихов, Л.Н. Юрова, сменившая А.И. Лейпунского на посту заведующего кафедрой, В.В. Хромов, заведовавший кафедрой с 1980 по 1998 г. Профиль подготовки специалистов на кафедре формировался под влиянием научных школ ФЭИ, ИАЭ и ИТЭФ. Инженеры-физики, подготовленные кафедрой, составили основное ядро физических лабораторий и отделов научно-исследовательских и проектных институтов, ведущих исследования и разработки в области ядерно-энергетической технологии. Многие выпускники кафедры стали ведущими специалистами, руководителями научных подразделений и институтов, лауреатами Государственных премий, организаторами и лидерами научных направлений. Среди выпускников кафедры — член-корреспондент РАН генеральный директор ВНИИАЭС, заместитель генерального директора концерна «Росэнергоатом» А.А. Абагян, президент Казахской академии наук, министр науки В.С. Школьник, заместитель генерального директора МАГАТЭ, бывший директор ФЭИ В.М. Мурогов, заместитель председателя Госатомнадзора РФ А.М. Дмитриев, директор по внешней деятельности РНЦ «Курчатовский институт» А.Ю. Гагаринский и многие другие.

В 1967 г. в МИФИ был пущен учебно-исследовательский реактор. Сотрудники кафедры под руководством Л.Н. Юровой выполнили фундаментальные исследования по диффузионным и замедляющим свойствам материалов, используемых в ядерных реакторах, развили методологию и провели уникальные исследования нейтронно-ядерных процессов в размножающих средах на подкритических стендах с мощным реакторным источником нейтронов. А.В. Бушуев с сотрудниками развил метод γ -спектрометрии в приложении к исследованиям нуклидного состава ядерного топлива, контролю делящихся материалов, анализу радиоактивных загрязнений. На базе нейтронного генератора под руководством В.Л. Ромоданова выполнены фундаментальные исследования по взаимодействию «термоядерных» нейтронов с материалами бланкета и защиты термоядерных реакторов, разработан метод неразрушающего контроля делящегося материала в топливных сборках. Сотрудники кафедры внесли большой вклад в развитие теории, методов анализа и математического моделирования ядерных реакторов. С.Б. Шихов, признанный в области математической теории реакторов, соавтор монографий и учебников, создал научную школу, воспитавшую десятки специалистов. В.В. Хромовым и его учениками развиты методы комплексного математического моделирования и оптимизации ядерных реакторов. Разработаны математические модели БН-350, высокотемпературного реактора, ИРТ, ВВЭР-1000. Большой комплекс работ связан с исследованиями по физике и математическому моделированию процессов в канальных РБМК. Некоторые разработки кафедры внедрены на атомных станциях. В соответствии с новыми задачами, вставшими перед ядерной энергетикой, ведутся исследования по безопасности ядерных реакторов, новым топливным циклам, использованию оружейного и энергетического плутония. Под руководством А.Н. Шмелева ведутся исследования по физическим методам обезвреживания радиоактивных отходов. Академик РАЕН В.В. Орлов, лауреат Государственных премий, ученик и соратник А.И. Лейпунского, внесший большой вклад в развитие теории ядерных реакторов, активный участник разработки первых отечественных быстрых реакторов, разраба-

тывает концепцию реакторов повышенной безопасности со свинцовым охлаждением, новые принципы формирования топливного цикла ядерной энергетики.

Кафедра успешно развивает международное сотрудничество с зарубежными научными центрами и университетами. Регулярно раз в два года кафедра организует международные семинары по физике реакторов, является инициатором и головным исполнителем межвузовских научно-технических программ, связанных с фундаментальными исследованиями безопасности ядерной энергетики.

Учебно-методический и научный опыт, накопленный кафедрой за более чем 50 лет ее существования, оказал существенное влияние на формирование учебных планов и развитие учебных лабораторий на кафедрах соответствующего профиля в МЭИ, МГТУ, ОИАТЭ, НГТУ и других вузах, готовящих кадры для ядерной энергетики. Кафедра является головной по подготовке специалистов по ядерно-энергетическим установкам для Минатома РФ, Российской академии наук, Госатомнадзора РФ.

Несколько новых кафедр, возникших на волне реформирования механического института в МИФИ в 40—50-х годах, активно включились в подготовку специалистов для ядерной энергетики. Среди них следует особо отметить кафедру теоретической ядерной физики, основателями которой были И.Е. Тамм, М.А. Леонтович, И.Я. Померанчук, А.Б. Мигдал, и кафедру экспериментальной ядерной физики, основателями которой были А.И. Алиханьян, И.И. Гуревич, С.Я. Никитин.

С момента открытия деления урана в стране стала формироваться школа физики и теории нейтронных мультиплицирующих систем. Ее создание связано в первую очередь с именами В.И. Вернадского, А.Ф. Иоффе, И.В. Курчатова, В.Г. Хлопина, Г.Н. Флерова, Я.Б. Зельдовича, Ю.Б. Харитона. Непосредственными участниками теоретических и экспериментальных исследований, выполнявшихся в 40-е годы и заложивших фундаментальные научные основы ядерной энергетики, были будущие профессора МИФИ И.Я. Померанчук, И.И. Гуревич, Е.Л. Фейнберг, С.Я. Никитин, Н.А. Бургов. И.Я. Померанчук и И.И. Гуревич создали в 1943 г. теорию резонансного поглощения нейтронов в гетерогенных средах, получившую мировое признание и послужившую ключевым моментом в практической разработке первых отечественных ядерных реакторов, разработали теоретические вопросы, связанные с постановкой и интерпретацией экспериментов по замедлению и диффузии нейтронов. Основываясь на идеях Л.Д. Ландау, С.М. Фейнберг вместе с А.Д. Галаниным создает теорию гетерогенного реактора конечных размеров. С.М. Фейнберг, Е.Л. Фейнберг, А.Д. Галанин развивают метод сферических гармоник для расчета полей тепловых нейтронов в ячейке реактора. Высокий уровень теоретической и математической подготовки, постоянное общение с крупными учеными позволили некоторым воспитанникам МИФИ проявить себя на теоретическом поприще. Среди них следует отметить А.П. Рудика, обобщившего теорию резонансного захвата на случай присутствия замедления в блоках, развившего методы оптимизации реакторов, Л.Б. Окуня, разработавшего совместно с Б.Л. Иоффе основы расчета изотопного состава ядерного топлива в процессе выгорания.

В конце 40-х годов возникло новое направление исследований и подготовки специалистов — термоядерные исследования, сначала в связи с разработкой термоядерного оружия, затем после выдвижения И.Е. Таммом и А.Д. Сахаровым в 1950 г. концепции управляемого магнитного термоядерного реактора с решением задач по управляемому термоядерному синтезу. Ввиду масштабности и многоплановости к разработке были привлечены лучшие научные силы: Л.А. Арцимович, А.Б. Мигдал, М.А. Леонтович, В.М. Галицкий и др. Активное участие в исследованиях принимали сотрудники кафедры теоретической ядерной физики, выполнившие фундаментальные исследования в области физики плазмы.

Более 40 лет член-корреспондент РАН И.И. Гуревич вел в МИФИ курсы экспериментальной ядерной физики и нейтронной физики. Он в соавторстве с сотрудниками кафедры экспериментальной ядерной физики написал несколько учебников и учебных пособий по нейтронной физике. Вместе с С.Я. Никитиным, К.Н. Мухиным, В.Г. Ки-

рилловым-Угрюмовым И.И. Гуревич создал школу физиков-экспериментаторов, выполнявших фундаментальные исследования в новых областях ядерной физики.

В 60—70-х годах внимание ученых привлекло электроядерное размножение как альтернатива быстрым реакторам-размножителям. На кафедре экспериментальной ядерной физики в этот период член-корреспондент АН СССР В.И. Гольдманский и Б.А. Пименов создали лабораторию электроядерного размножения, выполнившую пионерские исследования по наработке ядерного топлива при облучении урановых мишеней пучком ускоренных протонов. Изучали возможности метода при работе с природным и обогащенным ураном. Был намечен подход к электроядерному методу как средству сжигания ядерных отходов — проблеме, ставшей особенно актуальной в последние годы.

В конце 80-х годов научной группой В.Г. Кириллова-Угрюмова, Ю.П. Добрецова и др. на базе ускорителя ОИЯИ выполнены фундаментальные исследования по мюонному катализу. Были получены данные о скорости образования мезоатомов дейтерия и их перехода в разные спиновые состояния. Результаты исследований дали основание для более точных теоретических расчетов мезоатомных процессов в изотопах водорода, став важным шагом на пути обоснования реализации УТС методом мю-катализа.

Теплофизические исследования ядерно-энергетических установок развиваются на кафедре теплофизики, организованной в 1947 г. изначально в рамках МЭИ, позднее переведенной в МИФИ. Основателем кафедры был академик И.И. Новиков. С 1969 по 1988 г. заведовал кафедрой академик В.И. Субботин. В настоящее время ее возглавляет лауреат Государственной премии В.И. Деев. Коллектив кафедры под руководством И.И. Новикова впервые в стране подготовил и издал серию учебников под общим названием «Основы ядерной энергетики». За годы своего существования кафедра выпустила около 1500 специалистов для атомной промышленности. Воспитанниками кафедры были известные ученые и специалисты Н.Н. Пономарев-Степной, Н.С. Хлопкин, В.А. Сидоренко, Г.А. Гладков, В.А. Кузнецов, В.А. Межуев, П.Л. Кириллов, Б.Ф. Громов, В.Я. Пупко, В.А. Цыканов, Я.В. Шевелев, А.Я. Крамеров, Н.Е. Кухаркин, Г.Л. Лунин и др. Преподаватели и сотрудники кафедры выполнили фундаментальные исследования свойств щелочных металлов, используемых в качестве теплоносителей в ядерных реакторах (по результатам работ в 1958 г. была выпущена монография «Жидкометаллические теплоносители»), органических теплоносителей, теплофизических свойств топливных и конструкционных материалов, по гидродинамике и теплообмену двухфазных потоков, криогенной теплопередаче в системах охлаждения крупных сверхпроводящих магнитов термоядерных реакторов и ускорителей (работа была удостоена Государственной премии в 1985 г.), теплофизике лазерных зеркал. Научные интересы кафедры и профиль подготовки специалистов в настоящее время связаны с теплофизикой ядерных энергетических установок, перспективными методами получения и преобразования энергии, теплофизикой бланкетов термоядерных реакторов, с системами безопасности ядерных реакторов.

Одно из традиционных направлений МИФИ — материаловедение. Кафедра физических проблем материаловедения (современное название) была создана в 1942 г. и является одной из старейших в институте. Длительное время ее возглавлял Герой Социалистического Труда член-корреспондент АН СССР В.С. Емельянов. В настоящее время кафедрой руководит заслуженный деятель науки и техники РФ Б.А. Калинин. Большой вклад в становление и формирование научных направлений кафедры внесли Д.М. Скоров и А.И. Евстюхин.

Материаловедение в большинстве областей техники относится к разряду первостепенных, поскольку определяет возможность практической реализации тех или иных научно-технических идей. В ядерной энергетике выбор материалов связан также с экономичностью и безопасностью ядерно-энергетических установок. Кафедра ведет научные исследования и разработки с учетом потребностей отрасли по следующим направлениям: радиационное материаловедение; разработка радиационно стойких ма-

териалов; термодинамика ядерного топлива; физико-химические процессы в твэлах ядерных реакторов; диффузионные процессы в твердых телах; рентгеноструктурные исследования материалов; сверхпроводящие материалы; перспективная наукоемкая технология получения и модификации материалов. В числе достижений, нашедших практическое использование, следует назвать разработку физических основ технологии модификации металлов для их поверхностного упрочнения, разработку состава и технологии получения новых аморфных и микрокристаллических припоев, позволяющих надежно соединять тонкостенные детали, обеспечивающих герметизацию и механическую прочность при температуре до 600 °С и давлении до 15 МПа. Разработана и принята к эксплуатации на Чепецком механическом заводе установка КРОТ II для проведения в условиях производства неразрушающего контроля структурного состояния каналов ядерных реакторов. Создан комплекс установок для определения физико-химических, механических и теплофизических свойств таблеток из уран-гадолиниевых и уран-плутониевых оксидов, а также содержания в них технологических газов. Сотрудники кафедры опубликовали несколько монографий и учебников, широко используемых во многих вузах. Разрабатываются новые учебные программы, новые методы обучения с использованием компьютеров: моделирование в материаловедении, физические основы компьютерного проектирования материалов и др. Специалистам в области материаловедения хорошо известны имена ведущих сотрудников кафедры Ю.Г. Година, А.Г. Залужного, Ю.Ф. Бычкова, Е.А. Смирнова и др.

Задача изучения свойств реакторных материалов при высокой температуре непосредственно в процессе облучения возникла в 1967 г. в связи с разработкой твэлов для БН-600, а также повышением выгорания топлива в тепловых реакторах. Коллектив кафедры конструирования приборов и установок, возглавлявшийся Ю.В. Милосердным, разработал комплекс методов и экспериментальных средств для исследования свойств материалов топлива и оболочек в процессе облучения. Разработанные методы были внедрены на ИРТ, ИВВ-2, ВВЭР-СМ, РБТ, БН-600. Была создана информационная база данных об эксплуатационных свойствах реакторных материалов для проектных разработок твэлов, обосновании безопасности и ресурса энергетических, транспортных и космических ядерных установок. Результаты работы вошли в состав технических проектов многих действующих реакторов, включены в банк данных МАГАТЭ, использовались для верификации расчетных кодов и при лицензировании твэлов. В настоящее время кафедру возглавляет заслуженный деятель науки и техники РФ В.М. Баранов. Кафедра готовит специалистов по следующим направлениям: информационно-измерительные системы ЯЭУ и техника радиационного эксперимента; проектирование твэлов и тепловыделяющих сборок ЯЭУ; управление качеством, сертификация и обеспечение безопасности в ядерном производстве. Кафедра работает в тесном контакте со многими НИИ и предприятиями отрасли. В учебной работе участвуют видные ученые — лауреаты Государственных премий Ю.К. Бибилашвили и И.С. Головинин. За 35 лет кафедра подготовила более 600 специалистов.

В 1950 г. в МИФИ по инициативе академика М.Д. Миллионщикова была образована кафедра молекулярной физики. Выдающийся ученый, видный общественный деятель, почетный член нескольких иностранных академий, он привлек крупных ученых к организации учебного процесса и основал в МИФИ научно-педагогическую школу в области физики молекулярно-селективных и нелинейных кинетических явлений и процессов.

Большой вклад в становление научного направления по изучению процессов разделения изотопов урана и многокомпонентных изотопных смесей внес Н.А. Колокольников. Усилиями Г.Я. Щепкина и его сотрудников на кафедре была организована масс-спектрометрическая лаборатория, которая в настоящее время занимает ведущие позиции как в нашей стране, так и в мире. Дело учителей продолжили их ученики — Б.И. Николаев, заведовавший кафедрой в течение двух десятилетий, и В.Д. Борман, возглавляющий кафедру в настоящее время.

Кафедра ведет подготовку инженеров-физиков по специальности «физика кинетических явлений» в рамках специализаций «физика процессов разделения», «неравновесные молекулярные процессы и газовые лазеры», «физика поверхности», «прикладная ионная физика и масс-спектрометрия». К числу фундаментальных результатов, полученных сотрудниками кафедры, можно отнести обнаружение и исследование новых кинетических явлений, наблюдаемых в молекулярных газах, на поверхности твердых тел и в пористых телах; разработку теории переноса многокомпонентных изотопных смесей в сверхзвуковых вращающихся газовых потоках; создание теории разделения и фокусировки пучков заряженных частиц во время пролета в аксиально-симметричных электрических полях. Фундаментальные исследования служат основой для совершенствования известных и разработки новой технологии и приборов. Методики и программы для расчета и оптимизации рабочих характеристик газовых центрифуг, разработанные на кафедре, нашли применение во всех ведущих предприятиях разделительного производства. Выполнены уникальные разработки методов и приборов для экспрессного анализа состава твердых, жидких и газообразных веществ. Разработан специальный источник ионов для стандартного масс-спектрометра, позволяющий проводить экспрессный анализ изотопного состава урана в твердой фазе в производственных условиях. Такие источники переданы и используются на предприятиях отрасли.

Кафедра автоматики, организованная в 1949 г., готовит специалистов, способных эффективно использовать в атомной отрасли известные методы и средства автоматизации и управления и создавать новые решения, исходя из отраслевой специфики. Организаторами кафедры были К.В. Егоров, Е.В. Филипчук, Д.К. Виноградов. Долгое время кафедрой возглавлял Е.В. Филипчук. В настоящее время кафедрой руководит заслуженный деятель науки и техники РФ В.М. Рыбин. За 50 лет своего существования кафедра подготовила для предприятий отрасли более 2500 инженеров-физиков по автоматизации технологических процессов, физических установок и физического эксперимента. Одно из основных направлений научных исследований и подготовки специалистов на кафедре связано с ядерной энергетикой.

С середины 50-х годов на кафедре автоматики проводили исследования магнитных усилителей, призванных повысить надежность измерительной и регулирующей аппаратуры по сравнению с ламповыми устройствами. Некоторые разработки кафедры использованы при создании систем управления и защиты атомных подводных лодок и ледокола «Ленин». В те же годы в сотрудничестве с первой в мире АЭС в Обнинске начались работы над моделями и тренажерами судовых ядерных реакторов. Развернутые в тот же период работы по надежности СУЗ воплотились в технических решениях и регламентах эксплуатации, обеспечивающих надежную работу как отдельных приборов, так и комплексов аппаратуры СУЗ. Достижения в области повышения надежности устройств автоматики и средств измерения отмечены Государственной премией СССР (П.И. Попов, В.Г. Терентьев). В 70-е годы начались интенсивные исследования и разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Разработки АСУ ТП на промышленных комбинатах отрасли способствовали повышению эффективности и безопасности эксплуатации атомных объектов. Накопленный опыт позволил внедрить АСУ ТП на десятках предприятий в других отраслях, в атомной отрасли эти работы продолжают для автоматизации химических, теплообменных процессов, экологически опасного производства.

Одним из важных достижений кафедры была разработка и испытание на базе реактора ИРТ оптимального по быстродействию регулятора нейтронного потока. Его развитием стал блок индикации и регулирования нейтронной мощности БИР-1, введенный на ИРТ в качестве штатного пультового прибора.

Большой объем исследований выполнен в связи с неустойчивостью полей энерговыделения в больших энергетических реакторах. Весомым результатом этой работы стала монография Е.В. Филипчука, П.Т. Потапенко и В.В. Постникова «Управление нейтронным полем ядерного реактора».

Пионерские работы кафедры по созданию тренажеров приобрели особую актуальность после аварии на Чернобыльской АЭС. В свое время работу над созданием тренажеров развивали П.И. Попов, В.Г. Терентьев, П.Т. Потапенко. В настоящее время коллектив «Тренажер» выделился в самостоятельное подразделение, ведущее работы по заказам АЭС.

Радиационная безопасность является одной из главных в ядерной энергетике. Кадровые специалисты по радиационной безопасности и охране окружающей среды готовят одна из старейших кафедр МИФИ, бывшая кафедра защиты, ныне кафедра радиационной физики. Долгие годы кафедру возглавляла Е.Л. Столярова, одна из основательниц школы спектрометрии в стране. Основоположителем разработки принципов защиты от ионизирующего излучения, возникающего как при атомных взрывах, так и от ядерных реакторов, был О.И. Лейпунский. Большой вклад в теорию и практику защиты от излучения внесли лауреат Государственной премии, создатель теории микродозиметрии В.И. Иванов, заведовавший кафедрой с 1960 по 1990 г., и В.П. Машкович, основатель школы радиационной защиты для реакторов и ускорителей. Специалистам в области ядерной энергетики и радиационной защиты хорошо известны фундаментальные труды, монографии, учебники, справочники В.И. Иванова и В.П. Машковича. Их последователями и учениками Е.А. Крамер-Агеевым, В.А. Климановым, В.С. Трошиным, В.К. Сахаровым, О.Г. Скотниковой и др. решены важнейшие научно-технические задачи радиационной безопасности ядерной энергетики: прохождение ионизирующего излучения через неоднородную защиту; создание библиотеки констант для расчета полей излучения термоядерных реакторов; разработка математических моделей технологической цепочки утилизации отходов ядерной энергетики и анализа риска облучения при снятии с эксплуатации объектов ядерного топливного цикла; расчет допустимых уровней радиоактивного загрязнения материалов; метрология нейтронного реакторного излучения; спектрометрия полей излучения исследовательских ядерных реакторов. В последние годы большое внимание уделялось радиационному и экологическому мониторингу территорий АЭС, в частности, оценке экологических последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Выпускники кафедры работают на всех объектах атомной индустрии. В настоящее время кафедру возглавляет В.А. Климанов.

Важным аспектом безопасного развития ядерной энергетики и ядерной технологии является радиационный мониторинг окружающей среды. На протяжении многих лет коллектив кафедры экспериментальных методов ядерной физики под руководством В.М. Колобашкина выполнял цикл работ по анализу распространения и накопления в атмосфере Земли радиоактивных газообразных продуктов деления. Глобальное загрязнение атмосферы создается, в первую очередь, изотопами благородных газов, среди которых особого внимания заслуживает ^{85}Kr с периодом полураспада 10,76 года. Одновременное измерение нескольких нуклидов дает возможность получать информацию о происхождении, характере и динамике выброса (ядерный взрыв, авария и т.д.) Первоначальная постановка задачи и методические решения были предложены О.И. Лейпунским. Исследования были сопряжены с измерением низкой объемной активности (долей Бк/м³ воздуха). Для этого была разработана и создана уникальная измерительная аппаратура в стационарном и передвижном вариантах. За цикл работ в этом направлении большая группа сотрудников МИФИ была удостоена звания лауреатов Государственной премии: В.М. Колобашкин, С.К. Ачкасов, А.Г. Бондаренко, А.Н. Гудков, Н.А. Кудряшов, В.И. Некрасов, В.П. Новичков, Ю.А. Сербулов, Н.П. Ушакова. Позднее были созданы самолетный и вертолетный варианты измерительной аппаратуры, что дало возможность проводить оперативные измерения вблизи источников выбросов, в том числе в зоне аварии на Чернобыльской АЭС. Данные исследований представлены в государственном официальном отчете для МАГАТЭ.

Работы по мониторингу окружающей среды успешно продолжаются на кафедре физики высоких плотностей энергии, возглавляемой Героем Социалистического Тру-

да, членом-корреспондентом РАН Л.П. Феоктистовым. На кафедре ведутся исследования ядерно-физических характеристик продуктов деления и выходов групп западающих нейтронов, результаты которых регулярно публикуются в Бюллетене МАГАТЭ. Ведутся разработки теоретических и численных моделей тяжелых реактивных аварий. Радиометры для непрерывного экологического мониторинга демонстрировали на международных выставках, они прошли Государственную метрологическую аттестацию. За время существования кафедры было подготовлено более 100 специалистов для отрасли.

Ограниченный объем журнальной статьи не дает возможности представить все направления подготовки специалистов и научных исследований, прямо или косвенно связанных с ядерной энергетикой в широком смысле понимания этого термина. Хотя за более чем полувековую историю МИФИ существенно расширил направления научных исследований и профиль подготовки специалистов, ядерная энергетика всегда была и остается приоритетной областью приложения его интеллектуального потенциала. Более 50 поколений выпускников МИФИ трудятся в отраслевых и академических научно-исследовательских институтах. Среди выпускников МИФИ Нобелевский лауреат Н.Г. Басов, восемь академиков Российской академии наук: А.М. Балдин, Н.Г. Басов, Л.П. Горьков, Ю.М. Каган, А.И. Ларкин, В.Н. Михайлов, Л.Б. Окунь, Н.Н. Пономарев-Степной, семь членов-корреспондентов РАН: В.М. Галицкий, А.А. Абагян, А.Ю. Румянцев, Ю.Ц. Оганесян, Ю.А. Чизмаджев, А.Н. Афанасьев, В.А. Сидоренко. Два выпускника института Л.Д. Рябев и В.Н. Михайлов занимали высокий пост руководителя отрасли. Выпускник МИФИ Ю.А. Казанский — ректор Обнинского института атомной энергетики. Трудно перечислить всех выпускников и сотрудников, которые внесли вклад в развитие фундаментальных исследований и прикладных разработок, связанных с ядерной энергетикой, удостоенных почетных званий, государственных премий. Их фамилии можно встретить в связи с разработкой и пуском первой в мире АЭС, решением оборонных проблем, разработкой ядерно-энергетических установок для космоса, созданием атомного подводного и ледокольного флота, решением проблем физики плазмы и термоядерной энергетики.

Перестройка государственной системы не могла не отразиться на высшей школе. Тем не менее в новых сложных условиях МИФИ сумел обеспечить «запас прочности», сохранить свой творческий потенциал и авторитет ведущего вуза России в значительной мере благодаря многолетнему тесному творческому сотрудничеству с Академией наук и отраслью. Мы искренне надеемся, что следующие поколения наших выпускников, многие из которых находят приложение своим способностям непосредственно в родном институте, сумеют сохранить лучшие научно-педагогические традиции МИФИ и российской научно-педагогической школы, внести достойный вклад в научные исследования и подготовку кадров инженеров-исследователей для ядерной энергетики России.

Р е ф е р а т ы с т а т е й

Оныкий Б.Н., Михайлов В.Н. Школа фундаментальных исследований для ядерной энергетики. — Атомная энергия, 1999, т. 87, вып. 1, с. 3—10.

Развитие новой отрасли, связанной с практическим использованием достижений ядерной физики, освоением целой реакции деления, решением актуальных задач оборонной промышленности, разработкой и созданием ядерно-энергетических установок различного целевого назначения, вызвало необходимость подготовки специалистов нового типа, способных решать разнообразные задачи, от теоретических и экспериментальных исследований до практических инженерных разработок. Задача подготовки кадров и научных исследований для ядерной

энергетики и смежных с ней областей науки и техники была возложена на Московский инженерно-физический институт, тесно связана с отраслевыми и академическими научными центрами и предприятиями, разрабатывавшими научные основы новых видов ядерной технологии.

За полувековую историю МИФИ благодаря многолетнему тесному творческому сотрудничеству с Академией наук и отраслью существенно расширил направление научных исследований и профиль подготовки специалистов, ядерная энергетика всегда была и остается приоритетной областью приложения его интеллектуального потенциала.