

**К 60-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА БГУ**
**TO THE 60th ANNIVERSARY OF THE SOLID-STATE PHYSICS
DEPARTMENT OF THE PHYSICS FACULTY OF BSU**

Работы по физике твердого тела в БГУ были начаты еще в 1940-х гг. В послевоенные годы в связи с интенсивным развитием приоритетных для Беларуси отраслей народного хозяйства появилась острая необходимость в подготовке специалистов по физике твердого тела и физике полупроводников. Это обусловило создание в сентябре 1957 г. в университете специализированной кафедры физики твердого тела и полупроводников.



Организатором и первым руководителем кафедры был академик АН БССР Н. Н. Сирота. Начало систематическим научным исследованиям в Беларуси по физике твердого тела и полупроводников, подготовке научных кадров высшей квалификации, созданию современных промышленных предприятий по микроэлектронике, вычислительной технике, радиационным технологиям и другим отраслям было положено академиком Н. Н. Сиротой – выдающимся ученым-физиком, обладавшим неизмеримой творческой энергией, энциклопедическими знаниями во многих научных областях, замечательным организатором науки и мудрым педагогом. По его инициативе в Минске регулярно проводились всесоюзные и международные конференции по ряду тем: химической связи в полупроводниках и металлах, механизмам и кинетике кристаллизации, физическим и физико-химическим свойствам ферритов, сверхпроводимости, влиянию радиационного облучения на структуру и свойства твердых тел.

В 1960-х гг. после прихода на кафедру профессора Н. Ф. Кунина началось изучение влияния пластической деформации на механические, физико-химические и электрические свойства металлов, полуметаллов и полупроводников. Под его руководством проводились исследования закономерностей уплотнения и формирования физических свойств порошкообразных материалов. Были выполнены оригинальные работы по изучению пьезоэффекта в селене. Совершенно новым направлением стало изучение механических эффектов при коронном разряде.

Все перечисленные разработки достаточно разнообразной тематики были в той или иной степени обусловлены нуждами оборонной про-

мышленности или осуществлялись параллельно с решением прикладных задач для нужд военно-промышленного комплекса. Потребности бурно развивавшейся в республике полупроводниковой электроники привели к необходимости решения многих научно-технических задач в этой области. Под руководством Н. Ф. Кунина была создана (1962) проблемная лаборатория полупроводниковой техники, из которой впоследствии выросли НИУ «Институт прикладных физических проблем имени А. Н. Севченко» БГУ, учреждение БГУ «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем». Из кафедры физики твердого тела и полупроводников выделилась (1965) самостоятельная кафедра физики полупроводников (ныне – кафедра физики полупроводников и микроэлектроники).

После создания в 1963 г. в составе Академии наук БССР Института физики твердого тела и полупроводников основная часть исследований проводилась в его лабораториях. Одновременно с этим интенсивно осуществлялась разработка физических основ создания ферритов, обладающих спектром электрических свойств, строго подчиняемых химическому составу, изменение которых коррелировало с замещением одних ионов другими. На основе изучения изменений электросопротивления и коэффициента термоЭДС разработаны методы расчета фактора рассеяния электронов и температурной зависимости подвижности носителей. Созданы экспериментальные методы и получены систематизированные данные по изменению текстуры и электрофизических свойств полуметаллов в тонкопленочном состоянии при воздействии упругих деформаций сжатия и растяжения, магнитных и температурных полей. Результаты экспериментов по деформационному изменению электрофизических и гальваномагнитных характеристик и примененные методы их математической обработки позволили решить вопросы о механизме переноса заряда в полуметаллах, концентрациях и подвижностях электронов и дырок, факторе рассеяния носителей, температурной зависимости удельного электросопротивления и термоэлектродвижущей силы.

С конца 1960-х гг. на кафедре под руководством доцента А. Н. Шибасовой (заведующая кафедрой с 1968 по 1969 г.) начаты исследования слоев селена, нанесенного методом вакуумного напыления, направленные на создание акустических преобразователей и изучение внутреннего трения, а также процессов распространения акустических волн

в слоях Солигорского месторождения в целях выявления потенциально опасных неоднородностей.

В 1969 г. заведующим кафедрой стал Г. А. Гуманский. Он развил тематику по влиянию радиационного облучения на структуру и свойства твердых тел. В 1960–70-х гг. ядерно-физические методы, в частности ионная имплантация, стали основными в твердотельной электронике. Все это потребовало нового понимания процессов, протекающих при взаимодействии ионов с металлами, изучения структурно-фазовых превращений при ионной имплантации, исследований влияния параметров имплантации на физические, химические, электрические и магнитные свойства твердых тел. В связи с этим в 1971 г. Г. А. Гуманским было инициировано создание научной лаборатории «Элионика». Это стало отправной точкой появления известной в мире научной школы в области теории процессов переноса вещества и энергии при атомных соударениях в случае ионного облучения. Г. А. Гуманский считал, что наряду с решаемыми теоретическими вопросами необходимо разрабатывать новые подходы к выявлению радиационного дефектообразования, фундаментальных термодинамических параметров и структурно-фазовых превращений в приповерхностных ионно-имплантированных слоях. Эти подходы базировались на уникальных возможностях ядерно-физических методов: малоугловом рентгеновском рассеянии, рентгеновской дифракции при малых углах скольжения, электронно-зондовом микроанализе, аннигиляции позитронов, фотоэлектронной спектроскопии, обратном резерфордском рассеянии и каналировании ионов.

Все это требовало не только глубокого теоретического осмысления с учетом специфики структурных изменений в ионно-имплантированных слоях, но также разработки и создания при непосредственном участии Г. А. Гуманского приборно-аналитической части. Развиваемые в то время на кафедре научные подходы позволяли, не прибегая к дорогостоящему, зачастую недоступному аналитическому оборудованию, выявлять очень важные эффекты, в частности радиационно-индуцированное распухание на основе измеряемого углового распределения фотоэлектронов. В целях имитации реакторного облучения на кафедре физики твердого тела под руководством Г. А. Гуманского была разработана и создана серия уникальных для того времени миниатюрных ускорителей тяжелых ионов (УТИ-1, УТИ-2, УТИ-3 и др.). Многие из них предназначались для проведения имитационных радиационных исследований на разрабатываемых в СССР новых материалах, предназначенных для ТВЭЛов – передвижных ядерно-энергетических установок, работающих в экстремальных условиях эксплуатации. Эти работы (1975–1980) велись в тесном сотрудничестве с Инс-

титутот ядерной энергетики АН БССР и ведущими ядерными и материаловедческими центрами СССР. Технические возможности разработанных ускорителей позволяли, во-первых, проводить высокотемпературное облучение металлическими ионами при больших повреждающих дозах, что позволяло воспроизвести реальные условия нейтронного воздействия на конструкционные материалы ядерной техники. Все это сыграло важную роль в развитии на кафедре с начала 1980-х гг. нового научно-прикладного направления по ионно-лучевой модификации структуры и свойств твердых тел. В силу своей научной и практической значимости это направление остается основным в работе кафедры. Оно всегда привлекало пристальное внимание мирового ионно-имплантационного сообщества. Кафедру посещали ученые мирового уровня в области радиационной физики твердого тела, такие как Дж. Девис (Канада), Х. Риссел (Германия), В. Вильбур (США) и др., а также практически все ведущие специалисты в этой области из Советского Союза. Проявляемый интерес первых лиц (Б. Раушенбах, Х. Риссел, М. Иваки, Б. Штричке и др.), работающих в области ионной имплантации, к научным результатам и разрабатываемым на кафедре «имплантационным» идеям и подходам предоставил возможность для многих ее сотрудников выполнить комплекс научных исследований в этой области на уникальном ядерно-физическом аналитическом и технологическом оборудовании Германии, США, Англии, Японии и Франции. Приобретенный опыт и знания в этом направлении во многом предопределили основную специализацию кафедры – радиационное материаловедение, по которой в настоящее время ведется подготовка специалистов, в том числе и для Белорусской АЭС.

В 1979 г. заведующим кафедрой стал доктор технических наук В. П. Гольцев, ранее возглавлявший отдел радиационного материаловедения Института ядерной энергетики (ИЯЭ) АН БССР и работавший по совместительству на кафедре. Обладая значительным опытом в области радиационного материаловедения (заместитель главного конструктора атомной электростанции (АЭС) «Памир» ИЯЭ АН БССР), профессор В. П. Гольцев способствовал развитию основного направления кафедры – модификации твердых тел методами ионной имплантации. В то же время под его руководством получило развитие новое научно-техническое направление – создание износостойких упрочняющих покрытий, формируемых ионно-плазменными методами. В 1970–80-х гг. на кафедре совместно со Сморгонским заводом оптического станкостроения (СЗОС) интенсивно велись исследования по этой тематике в рамках государственных программ и хозяйственных договоров. Разрабатывались новые технологии

по ионно-плазменному синтезу защитных покрытий различного назначения. Проводились исследования по формированию ионно-плазменных покрытий на основе многокомпонентных фаз внедрения. Впервые было предложено с использованием совмещенных ионно-плазменных потоков при конденсации вещества с ионной бомбардировкой синтезировать высокотвердые поверхностные структуры на основе твердых растворов нитридов переходных металлов. На основе практических возможностей этого подхода на базе СЗОС с участием сотрудников кафедры создавалось новое вакуумное оборудование. Актуальность и практическая значимость ионно-плазменных методов формирования стабильных износ- и коррозионно-стойких покрытий, а также большой вклад сотрудников кафедры в развитие этого направления стали основанием для присуждения Государственной премии БССР в области науки и техники за 1986 г. профессору В. П. Гольцеву за работу «Разработка и создание новых технологических процессов и оборудования для нанесения тонкопленочных покрытий методом ионно-лучевой обработки и их широкое внедрение в народное хозяйство Белорусской ССР».

В 1988 г. под руководством доцента В. В. Ходасевича была создана научно-исследовательская лаборатория (НИЛ) физики ионно-плазменной модификации твердых тел. Основным научным направлением этой НИЛ стало развитие исследований ионно-плазменного синтеза защитных покрытий с использованием вакуумно-дуговых источников для упрочнения различных типов режущего, штампового инструмента и других типов деталей машин и механизмов. Исследовательская и конструкторская работы проводились в тесной кооперации со Сморгонским заводом оптического станкостроения. На предприятии совместно с кафедрой велись конструкторские и технологические разработки, привлекались ведущие специалисты СССР по вакуумной технике, такие как Л. Н. Розанов и др. Этот процесс обусловил зарождение сообщества ученых, конструкторов, инженеров и технологов Белоруссии, России и Украины по вакуумной технике. Большое внимание уделял этому процессу и участвовал в нем ректор БГУ (1983–1990) академик Л. И. Киселевский. При его непосредственном участии создавался (1991) международный журнал «Вакуумная техника и технология».

В 1989 г. кафедру физики твердого тела возглавил профессор В. М. Анищик, который продолжил и развил научные направления, связанные с модификацией структуры и свойств металлов и сплавов ионными пучками и плазменными потоками. Были разработаны и внедрены в производство методы модификации твердых сплавов ионными пучками, в частности показана краткая возможность увели-

чения износостойкости металлообрабатывающего инструмента (В. В. Понарядов, В. М. Анищик). Работы, выполненные в сотрудничестве с исследователями Объединенного института ядерных исследований (Дубна, Россия), показали возможность значительного упрочнения металлов и сплавов с использованием высокоэнергетического ионного облучения (С. И. Жукова, М. В. Гольцев).

Дальнейшее развитие имплантационных методов на кафедре было связано с сопряжением ионных и плазменных технологий: низкоэнергетической высокоинтенсивной, импульсно-периодической и плазменно-иммерсионной ионной имплантации (В. В. Углов, Д. П. Русальский, В. М. Анищик). Неоспоримое преимущество названных подходов связывалось с тремя основными возможностями: во-первых, с глубиной (десятки микрометров) имплантированного слоя, во-вторых, с высокими (десятки атомных процентов) концентрациями в этих слоях имплантированной примеси, достигаемыми за короткое время облучения, и, в-третьих, с возможностью 3D-обработки инструмента сложной формы и поверхностей с развитым рельефом. Все это открывало дополнительные горизонты практического использования данных подходов.

Продолжало также развиваться научное направление, связанное с ионно-плазменным синтезом защитных покрытий. Был предложен и реализован новый способ ионно-плазменного синтеза защитных покрытий с управляемым структурно-фазовым состоянием по глубине (В. В. Углов, С. В. Злоцкий, В. М. Анищик). Созданы градиентные покрытия на основе твердых растворов, обладающие высокой твердостью, износостойкостью и адгезионной прочностью.

В. М. Анищик с 1990 г. по настоящее время является научным руководителем центра коллективного пользования «Белорусский межвузовский центр (ЦКП БМЦ) обслуживания научных исследований». В связи с тем что специфическая особенность ионно-имплантированных слоев и тонкопленочных покрытий различного функционального назначения требовала развития методологии их исследования и привлечения прецизионного аналитического оборудования, он инициировал приобретение рентгеновских дифрактометров, просвечивающего электронного микроскопа, динамического ультрамикротвердомера, растрового электронного микроскопа, оснащенного системой анализа дифракции отраженных электронов, сканирующего зондового микроскопа, энергодисперсионного спектрометра.

Наряду с проводимыми закупками на кафедре совместно с ЗАО «Белорусский межвузовский центр» (А. Ф. Сыщенко) в рамках государственной научно-технической программы «Эталоны

и научные приборы» велись работы по изготовлению аналитического оборудования для изучения трибологических и адгезионных свойств тонких пленок и покрытий, а на созданных приборах (УИПТ-001 и скретч-тестер) успешно ведутся исследования в ЦКП БМЦ.

Одним из научных направлений кафедры является компьютерное моделирование электронной структуры и физических свойств твердых тел (Н. Н. Дорожкин, Н. Г. Якутович, В. М. Анищик). В рамках данного научного направления выполнен ряд работ по созданию методов расчета электронной структуры и физических свойств твердых тел, теоретическому исследованию электронной структуры боридов, силицидов, карбидов и нитридов переходных и редкоземельных металлов, в том числе с учетом магнитного упорядочения и сильных электронных корреляций.

Среди основных результатов исследований кафедры необходимо отметить следующие: обобщение линейного метода присоединенных слейтеровских орбиталей (LASTO) для расчета зонного спектра твердых тел с базисом в приближении локальной электронной плотности, развитие линейного метода присоединенных слейтеровских орбиталей для расчета зонной структуры сильнокоррелированных электронных систем в приближении LDA+U, разработку модифицированных линейных методов присоединенных слейтеровских орбиталей (MLASTO) для расчета зонной структуры твердых тел с базисом в скалярном релятивистском и полностью релятивистском приближениях, построение модели зонной структуры диборидов переходных металлов, построение модели зонной структуры сильнокоррелированных гексаборидов редкоземельных металлов.

В течение последних 30 лет на кафедре физики твердого тела активно ведутся исследования сплавов, полученных методом высокоскоростного затвердевания, которое относится к энерго- и ресурсосберегающим технологиям, позволяет сформировать структуру и придать такие свойства, которые невозможно получить, используя традиционные технологии синтеза и термообработки материалов.

Исследования полуметаллов (висмут, сурьма) и их сплавов, проводимые профессором В. Г. Шепелевичем совместно с его учениками, позволили выявить закономерности формирования структуры быстрозатвердевшей фольги висмута, сурьмы и сплавов на их основе, зависимости их электрических свойств от химического состава, температуры, скорости охлаждения расплава и условий термообработки.

Получены быстрозатвердевшие виды фольги толщиной в несколько десятков микрон соединений висмута с марганцем, антимонида индия, халькогенидов висмута и сурьмы, широко используемых

в приборостроении (С. В. Гусакова, Е. Л. Кухаренко и др.). Значительное внимание уделялось изучению быстрозатвердевших сплавов алюминия, содержащих разные легирующие добавки, в том числе и переходные химические элементы. Образование пересыщенных твердых растворов на основе алюминия и последующий их распад при термической обработке вызывают выделение дисперсных фаз, что приводит к упрочнению сплавов. Разработаны термостойкие многокомпонентные алюминиевые сплавы с улучшенными характеристиками, которые защищены патентами. Ведутся исследования легкоплавких сплавов, получаемых в виде фольги высокоскоростным затвердеванием. Их перспективность связана с разработкой припоев для различных отраслей промышленности. Установлены закономерности формирования микроструктуры (выделение фаз, распределение компонентов, образование зерен), ее изменения при старении и зависимость физических свойств сплавов от условий получения и термической обработки.

Результаты научных исследований по высокоскоростному затвердеванию, полученные на кафедре, отражены в 8 монографиях, защищены патентами, используются в учебном процессе, на их основе защищены 13 кандидатских и 1 докторская диссертация, авторы этих диссертаций успешно работают в университетах и научных центрах Республики Беларусь, Великобритании, Бельгии, Китая, Северной Кореи, Вьетнама и других стран.

В конце XX и начале XXI в. получили практическую реализацию работы, начатые еще в период создания кафедры, при изучении твердотельных датчиков, основанных на эффекте Холла, с использованием сплавов полуметаллов висмут – олово и пленочных гетероэпитаксиальных структур узкозонных полупроводников индий – олово – висмут (В. И. Прокошин, В. Г. Шепелевич, В. А. Ярмолевич, С. В. Гусакова, И. И. Васильев и др.). В настоящее время комплекс датчиков с успехом используется для адаптации промышленных роботов, он включает тактильные датчики, сенсоры перемещения, скорости, частоты вращения и др. Так, различные варианты созданных комплексов миниатюрных сенсоров и электронных систем, использующие эффект Холла, внедрены и применяются на белорусских предприятиях концерна «Белэнерго» (бесконтактные датчики тока (ДТПХ)), ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» (специализированные блоки автоматической регулировки возбуждения синхронных двигателей (СБАРВ)), ПО «БелАЗ» (датчики уровня топлива (УТ-90)), РУП «Белкоммунмаш» (датчики угла поворота (ДУПХ), датчики частоты вращения (ДЧХ), бесконтактные выключатели (БВК)) и т. д.

В настоящее время реализуется на практике новое поколение электронных датчиков для современных систем контроля автоэлектротранспорта и управления им с улучшенными техническими параметрами. Разработаны миниатюрные высокоточные электронные инклинометры, акселерометры, датчики частоты и датчики виброперемещений компенсационного типа в первую очередь для ПО «БелАЗ».

Существенным шагом в инновационно-внедренческом развитии кафедры стали действующие устройства для НПО «Прометей» (Санкт-Петербург, Россия). По заказам этого предприятия были созданы магнитные системы датчиков механических величин на основе миниатюрных преобразователей Холла, изготовлена, аттестована на уровне ГОСТа и внедрена партия из 50 изделий. Комплекс разработанных и произведенных сенсоров промышленных роботов отмечен дипломом I степени ВДНХ Беларуси.

Начиная с 1990-х гг. проводятся работы в области создания прецизионных механоэлектрических преобразователей для контроля положения подвижных исполнительных механизмов сканирующих систем космической аппаратуры. Многолетний опыт сотрудничества с Институтом космических исследований РАН (Москва, Россия) показал высокую эффективность использования холловских сенсоров для создания прецизионных механоэлектрических преобразователей. Разработанные устройства хорошо себя зарекомендовали на стадии предполетных испытаний в космическом аппарате «Марс-96», многолетнем реальном полете «Марс-экспресс» и при других испытаниях. Уникальность механоэлектрических преобразователей проявилась в прецизионном соблюдении всех функциональных технических характеристик на протяжении длительной эксплуатации в сложных космических условиях.

В настоящее время кафедра совместно с Научно-исследовательским институтом радиоматериалов выполняет программу «Разработка технологии создания полупроводниковых приборов (преобразователи Холла, терморезисторы) из гетероэпитаксиальных структур антимоноида индия для нового поколения миниатюрных датчиков физических величин, работающих в условиях открытого космоса», реализуемую в рамках научно-технической программы Союзного государства «Технология СТ» (2016–2020).

В 2001 г. на кафедре под научным руководством профессора В. В. Углова началось изучение процессов взаимодействия высокоэнергетических плазменных потоков с материалами (Н. Т. Квасов, Н. Н. Черенда, В. И. Шиманский, В. М. Анищик, А. К. Кулешов). Исследования, проведенные совместно с учеными НАН Беларуси (В. М. Асташинский, А. М. Кузьмицкий), позволили развить

новое научное направление – исследования в области поверхностной плазменной металлургии. В рамках данного направления разрабатываются методы структурно-фазовой модификации поверхностных свойств материалов, обусловленной формированием градиентных, многокомпонентных, наноструктурированных поверхностных слоев, синтезируемых в условиях сверхбыстрого нагрева и охлаждения.

Поверхностная плазменная металлургия основана на воздействии на материалы компрессионных плазменных потоков, генерируемых квазистационарными плазменными ускорителями нового поколения, разработанными и созданными в НАН Беларуси. Отличительной чертой таких потоков является сравнительно большая длительность разряда (100–500 мкс) при сохранении высоких значений параметров плазмы (скорость потока достигает до $7 \cdot 10^7$ см/с, температура и концентрация заряженных частиц плазмы составляют $5 \cdot 10^5$ К и $5 \cdot 10^{18}$ см⁻³ соответственно). Применение таких ускорителей открывает принципиально новые возможности для синтеза новых материалов, эффективной модификации поверхностных свойств различных материалов (металлы и их сплавы, порошковые покрытия, полупроводники и др.), приводящей к существенному улучшению их эксплуатационных характеристик, недостижимому при традиционных методах обработки. За исследования в этой области сотрудники кафедры были удостоены ряда премий:

- диплома I степени (В. В. Углов совместно с сотрудниками НАН Беларуси В. М. Асташинским и А. М. Кузьмицким) за работу «Физические принципы плазменной металлургии» на конкурсе «Степановские чтения» (Институт физики имени Б. И. Степанова НАН Беларуси (2010));

- премии имени академика В. А. Коптюга (В. В. Углов, Н. Н. Черенда, Н. В. Бирик совместно с учеными НАН Беларуси и Сибирского отделения РАН) за цикл работ «Физические принципы улучшения эксплуатационных свойств поверхности эвтектических силуминов под воздействием интенсивных электронных пучков и компрессионных плазменных потоков» (2014);

- премии имени академика А. Н. Севченко (В. М. Анищик, Н. Н. Черенда совместно с учеными кафедры теоретической физики) за цикл работ «Новые теоретические и экспериментальные результаты в прикладных рентгеноструктурных исследованиях» (2015);

- премии имени академика А. Н. Севченко для молодых ученых (В. И. Шиманский, Н. В. Бирик, Е. А. Крутилина) за цикл работ «Электронно-ионно-плазменная модификация металлов и сплавов» (2017).

В рамках исследований в области поверхностной плазменной металлургии в БГУ были защи-

щены 4 кандидатские диссертации (В. В. Асташинский, Е. К. Стальмошёнко, Ю. А. Петухов, В. И. Шиманский). Изданы 5 монографий, опубликованы несколько глав в книгах издательств Беларуси, России, США, более 120 статей – в ведущих научных журналах, получены 6 патентов Республики Беларусь и Российской Федерации.

В настоящее время на кафедре ведется широкий спектр научных исследований, раскрывающих физическую сущность наномира. Детально исследована кристаллическая структура наночастиц (ядро и «дефектная» оболочка), показана связь физических и кристаллографических свойств (В. В. Углов, Н. Т. Квасов, И. В. Сафронов). Определена зависимость координационного числа от размеров объекта. Установлены размерное обрезание колебательного спектра и связанное с этим изменение теплофизических свойств наночастиц. Проводятся исследования фазовых переходов в наночастицах, определена размерная зависимость температуры плавления. Детально исследованы магнитные свойства ферромагнитных наночастиц и соответствующие размерные эффекты.

Впервые установлена физическая природа пороговой энергии смещения. Ее структура определена на основе анализа процессов, сопровождающих подпороговое движение выбитого из узла решетки атома. Показана ее глубокая связь с физическими свойствами твердых тел (модуль упругости Юнга, коэффициент температурного расширения, температура плавления, энергия связи, энергия сублимации, температура Дебая).

Детально исследованы динамические процессы, происходящие в наночастицах при радиационном воздействии. Показано, что упругая и термоупругая реакции решетки на внедрение ускоренных ионов формируют силовые факторы, существенно влияющие на эволюцию дефектно-примесной системы, что, в свою очередь, приводит к снижению количества дефектов структуры. Такая самоорганизация наночастиц при воздействии ионизирующих излучений выступает основой для создания наноструктурированных радиационно-стойких материалов, способных длительное время выдерживать интенсивные радиационные нагрузки. Детально исследована кинетика радиационных точечных дефектов с учетом их генерации, диффузионной рекомбинации и действия стоков, которыми являются границы в многослойных нанокompозитах. На основе дислокационно-дислокационной модели струк-

туры межфазных границ рассмотрен процесс осаждения радиационных дефектов на границы в создаваемых ими полях упругих напряжений. Таким образом, на кафедре был заложен научный базис еще одного очень важного и востребованного нового научного направления – исследований в области радиационной физики наноструктурированных материалов.

С 1995 г. кафедра, являясь мировым лидером в сфере радиационной физики твердого тела, организует и проводит международную конференцию «Взаимодействие излучений с твердым телом (ВИТТ)». В сентябре 2017 г. прошла очередная, двенадцатая конференция, посвященная 60-летию кафедры, в центре внимания которой были процессы взаимодействия излучений и плазмы с твердым телом, радиационные эффекты в твердом теле, модификация свойств материалов, пучковые методы формирования наноматериалов и наноструктур, влияние излучений на структуру и свойства покрытий, современное оборудование и технологии.

Следует подчеркнуть, что с 1957 г. по настоящее время кафедра физики твердого тела БГУ готовит для академических и ведомственных научных учреждений высококвалифицированные кадры в области физики твердого тела и физического материаловедения. Это касается и промышленных предприятий по микроэлектронике, машиностроению, радиационным технологиям и другим отраслям, а также многочисленных учреждений высшего образования Беларуси.

На настоящем и последующих этапах развития кафедры ей отводится важнейшая роль в подготовке инженеров по радиационному материаловедению, востребованных на Белорусской АЭС. Специалистов в этой области знаний в настоящее время готовит единственная в Беларуси кафедра физики твердого тела БГУ. Следует подчеркнуть, что именно радиационное материаловедение – область «твердотельных» знаний – во многом определяет жизненный цикл, уровень безопасности и экономику Белорусской АЭС.

В настоящее время кафедра физики твердого тела физического факультета БГУ обладает большим потенциалом для подготовки кадров, необходимых нашей стране, идущей по инновационному пути развития.

В. В. Углов,
доктор физико-математических наук, профессор