МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

Серия «Научные школы»

НАУЧНАЯ ШКОЛА «ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ»

Симферополь
ИТ «АРИАЛ»
2017

Издание подготовлено в рамках проекта Программы развития Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского ГСУ/2016/10 «Музей истории Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского: формирование бренда в научно-образовательном пространстве».

Рекомендовано к печати Ученым советом Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Протокол № 9 от 05.10.2017 г.

Официальное название:
Научная школа «Физика магнитных явлений».

Руководитель:
Владимир Наумович Бержанский, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой экспериментальной физики Физико-технического института ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Учредитель:
ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Дата регистрации:
зарегистрирована протоколом Учёного совета ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского» № 18 от 14.12.2015 г.

Код номенклатуры специальности ВАК:
01.04.11 – Физика магнитных явлений.

Электронный адрес: experimentalphysics@cfuv.ru

Телефон: +7 (3652) 63-75-95.

СОДЕРЖАНИЕ

Общая характеристика научной школы 5

Руководитель научной школы 15

Научно-общественная деятельность ведущих учёных научной школы 16

Подготовка научной школой кадров высшей квалификации 18

Основные научные направления и наиболее важные результаты исследований 22

Междисциплинарные проекты научной школы 28

Международное сотрудничество 31

Организация и проведение международных научных конференций 35

Дальнейшие перспективы развития научной школы 36

Основные направления будущих фундаментальных и прикладных исследований 38

Материальное обеспечение научной и образовательной деятельности 41

Перечень печатных работ ученых научной школы 43

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

Первым магнитологом Крыма можно было бы считать приват-доцента кафедры физики Таврического (Крымского) университета (1918–1922) Якова Ильича Френкеля – автора известных работ по теории самопроизвольной намагниченности металлов и доменной структуры ферромагнетиков. Однако судьба распорядилась так, что Я. И. Френкель вынужден был уехать из Крыма в Ленинград, где он впоследствии возглавил Ленинградскую школу теоретической физики и сделал ряд классических работ не только в области магнетизма, но и в других областях физики твердого тела, а также ядерной физике.

Начало активных исследований в области физики магнитных явлений и подготовка специалистов в области магнетизма в Крыму связано с открытием в 1975 году в Симферопольском государственном университете им. М. В. Фрунзе (СГУ) кафедры экспериментальной физики. Ее основателем и первым заведующим был профессор, доктор физико-математических наук Александр Иванович Дрокин. С 1991 г. кафедру экспериментальной физики возглавляет заслуженный деятель науки и техники Украины, профессор, доктор физико-математических наук Бержанский Владимир Наумович.

А. И. Дрокин являлся представителем известной в мире Сибирской магнитной школы, у истоков которой стоял академик АН СССР Л. В. Киренский. По инициативе Л. В. Киренского в 1956 г. в Красноярске был открыт Институт физики Сибирского отделения АН СССР, который стал катализатором развития науки в Восточной Сибири. На его основе в настоящее время создан Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН», который объединяет уже 11 академических институтов Красноярска.

А. И. Дрокин в течение десяти лет (1959–1969) был заместителем директора Института физики по научной работе.

В 1966 г. он блестяще защищает в МГУ докторскую диссертацию, посвященную физике ферритов. В 1969 г. А. И. Дрокин становится первым ректором Красноярского государственного университета, на базе которого в 2006 г. создан первый в России и крупнейший в Восточной Сибири Сибирский федеральный университет.

Вместе с А. И. Дрокиным в Крым приехала целая группа его учеников и молодых сотрудников Института физики: кандидаты наук в области физики магнитных явлений: И. К. Пухов, В. Н. Щербаков, В. Н. Селезнев, Н. А. Сергеев, В. Н. Бержанский. В 2002 г. профессором кафедры экспериментальной физики становится ещё один из сотрудников Института физики – известный физик-теоретик Е. В. Кузьмин.

С присущей ему энергией А. И. Дрокин принимается за организацию учебного процесса и постановку научной работы на кафедре. Уже в 1976 г. при университете открывается проблемная научная лаборатория магнитных пленок (доц. И. К. Пухов), в которой выполнялся целый ряд научных и прикладных исследований по магнитной тематике. Созданные в лаборатории аппаратура для измерения параметров материалов, используемых в устройствах на цилиндрических магнитных доменах (ЦМД), и тонкопленочные магниты получают Дипломы первой степени на ВДНХ (1978) и золотую медаль на Лейпцигской ярмарке (1979).

Успешная деятельность проблемной лаборатории стимулировала открытие в Крыму в 1980 г. Крымского филиала (первоначально отделения) научно-исследовательского технологического института приборостроения (КФ НИТИП) с опытными производствами в Симферополе и Саках, преобразованного в 1985 г. в научно-исследовательский технологический институт функциональной микроэлектроники (НИТИФМЭ) (директора И. К. Пухов, П. Н. Богатов). Перед новым Институтом были поставлены серьезные задачи по разработке технологии и производству изделий микроэлектроники, в первую очередь накопителей памяти на цилиндрических магнитных доменах.

В 1980 г. на базе проблемной лаборатории создается отделение Физического института АН СССР. В его организации принимает активное участие Нобелевский лауреат, академик А. М. Прохоров. В 1981 году лаборатория магнитных пленок преобразуется в Конструкторское бюро «Домен» (директор Н. А. Грошенко, 1981–1997). КБ оснащается технологическим оборудованием, запускаются установки по росту кристаллов (Н. А. Еськов), синтезу эпитаксиальных пленок ферритов гранатов (С. М. Гусев, А. С. Недвига, Н. В. Пронина, позднее А. Г. Шумилов, А. Р. Прокопов) и вакуумноосажденных тонких металлических пленок (К. П. Лянзуриди, А. М. Шапошников, А. В. Каравайников). Развивается волоконно-оптическое направление (В. В. Спевчук, А. Ф. Тарасенко, Е. Я. Николаев, Г. Д. Басиладзе, А. И. Долгов). Разрабатывается контрольно-измерительное и метрологическое оборудование (В. Г. Вишневский, А. Н. Шапошников, Ю. Е. Бурым, Н. Н. Гузенко, А. А. Волошин, Е. В. Слепец). Объем хоздоговорных работ по магнитной тематике достигал рекордных значений. За разработки в области перспективных технологий КБ «Домен» награждается премией Академии технологических наук (1993).

Основатель школы «Физика магнитных явлений» и кафедры экспериментальной физики профессор А. И. Дрокин

Руководитель школы «Физика магнитных явлений», заведующий кафедрой экспериментальной физики, профессор В. Н. Бержанский

Коллектив кафедры экспериментальной физики (1987 г.)

Нобелевский лауреат академик А. М. Прохоров (крайний слева) и профессор А. И. Дрокин (крайний справа) обсуждают вопрос о создании в СГУ отделения ФИАН (1980 г.)

В 1980 г. СГУ им. М. В. Фрунзе становится головным вузом Украины по комплексной программе «Исследование магнитных свойств тонкопленочных и массивных материалов», а проф. А. И. Дрокин возглавляет Координационный совет этой программы. В 1990 г. в Крыму под председательством академика А. С. Боровика-Романова состоялась выездная сессия Совета по магнетизму Академии наук СССР. На ее первом заседании В. Н. Бержанским был сделан пленарный доклад о развитии исследований по магнетизму в Крыму.

В связи с развитием работ по магнитной тематике существенно выросла потребность в подготовке квалифицированных кадров. А. И. Дрокин на базе КБ и указанных научных учреждений создает учебно-научно-производственное объединение «Вуз-наука-производство». Открываются филиалы кафедры в КБ «Домен» и НИТИФМЭ. По направлению «Физика» с 1975 г. на кафедре ведется подготовка студентов со специализацией «Физика магнитных явлений». В 1995 году на кафедре открывается подготовка физиков-инженеров по специальности «Прикладная физика. Высокие физические технологии», которая трансформируется в 2014 г. в направление подготовки «Техническая физика».

При кафедре действует аспирантура, ее заканчивает талантливая молодежь: А. П. Гресько, М. С. Парфененок, С. В. Дубинко, И. И. Евстафьев, Ю. В. Сорокин, Г. Н. Абеляшев, А. В. Яценко, А. С. Круликовский, Д. С. Рябушкин, С. Н. Полулях, В. Л. Кокоз, И. М. Лагунов и другие.

Фронт магнитных исследований в Крыму расширялся. Он охватывал такие направления, как радиоспектроскопия, магнитные полупроводники, синтез ЦМД-материалов и создание на их основе устройств памяти, магнитооптика. К исследованиям в области физики магнитных явлений подключается Ю. Н. Мицай с группой теоретиков (Ю. А. Фридман, В. И. Бутрим, Н. В. Шахова, А. Н. Майорова). Активно сотрудничают с кафедрой экспериментальной физики в различное время возглавлявшие кафедру физики твердого тела проф. А. С. Хлыстов, представлявший в Крыму Томскую магнитную школу, и проф. В. Н. Селезнев. С целью более равно-

мерного распределения научно-педагогического потенциала в 1989 г. на кафедру физики твердого тела вместе с научным оборудованием переводятся Н. А. Сергеев, А. В. Яценко, А. В. Сапига. Н. А. Сергеев становится заведующим кафедрой физики твердого тела.

Участники сибирского «магнитного» десанта в Крыму:

доцент И. К. Пухов

профессор В. Н. Селезнёв

профессор Н. А. Сергеев

профессор Е. В. Кузьмин

По приглашению университета сотрудникам, студентам, аспирантам читают лекции известные союзные магнитологи профессора Е. А. Туров (ИФМ АН СССР), К. П. Белов (МГУ), Ю. А. Изюмов (ИФМ АН СССР), А. Г. Гуревич (ФТИ АН СССР) и др. Крымской магнитной школе становится тесно в рамках полуострова. Целевую аспирантуру при кафедре заканчивают специалисты различных НИИ, пред-

приятий и институтов Львова, Зеленограда, Астрахани, Красноярска.

Выездное заседание Совета по магнетизму АН СССР в Крыму под председательством академика А. С. Боровика-Романова (четвертый слева во втором ряду).

Трудности в финансировании научных исследований возникли в 1992 г. в связи с распадом Союза. Полностью было остановлено строительство комплекса зданий НИТИФМЭ, практически прекратилось финансирование института, зарплата сотрудникам выплачивалась в основном за счет распродажи научного и технологического оборудования.

Это было трудное время также и для университетской науки. Ситуация начала улучшаться с образованием в 1999 г. на базе СГУ Таврического национального университета им. В. И. Вернадского (ТНУ). Ректором университета становится проф. Н. В. Багров, проректором по научной работе – проф. В. Н. Бержанский. В 2004 году КБ «Домен» преобразуется в отдел функциональных материалов и волоконной оптики (ФМиВО) научной части ТНУ. Благодаря усилиям ди-

ректоров КБ «Домен» Н. А. Грошенко, С. В. Дубинко и проф. В. Н. Бержанского, который в 2005 г. возглавил отдел ФМиВО, удалось сохранить ключевые научные кадры и высокотехнологичное оборудование. Сотрудники отдела совместно с кафедрой экспериментальной физики выполняют как фундаментальные, так и прикладные работы. На кафедре ведутся экспериментальные и теоретические работы в области ядерного и электронного магнитного резонанса (Г. Н. Абеляшев, В. Н. Бержанский, С. Н. Полулях, Д. С. Рябушкин, А. И. Горбованов), в области радиопоглощающих покрытий (В. И. Пономаренко, В. В. Попов, И. М. Лагунов).

ТНУ стал практически монополистом в Украине в области синтеза, исследования и применения магнитооптических эпитаксиальных сенсоров (А. Н. Шапошников, В. Г. Вишневский, А. Р. ПрокоповВ. Н. Бержанский).

Руководители конструкторского бюро «Домен» (с 2004 г. – отдел функциональных материалов и волоконной оптики, с 2015 г. – научно-исследовательский центр функциональных материалов и нанотехнологий физико-технического института КФУ).
Слева направо: Н. А. Грошенко (1981–1992), С. В. Дубинко (1993–2005), В. Н. Бержанский В.Н. (2006–2014), А. Н. Шапошников (с 2015).

Сотрудники отдела функциональных материалов НИЧ ТНУ (2010 г.). Слева направо: Т. Г. Жарова, А. Р. Прокопов, А. С. Недвига, А. В. Каравайников, А. И. Долгов, И. Ф. Рак, В. Г. Вишневский, Е. Т. Милюкова, Г. Д. Басиладзе.

Продолжает развиваться волоконно-оптическое направление (Г. Д. Басиладзе, А. И. Долгов). Освоена работа на приобретенном в 2006 г. сканирующем электронном микроскопе (Е. Т. Милюкова).

В 2015 г. в связи с организацией в Крымском федеральном университете нового структурного подразделения Физико-технического института (ФТИ) на базе отдела ФМиВО создается Научно-исследовательский центр функциональных материалов и нанотехнологий (НИЦ ФМиНТ) (директор к. ф.-м. н. А. Н. Шапошников, научный руководитель проф. В. Н. Бержанский). На научно-производственной базе центра выполняются комплексные научно-исследовательские и хоздоговорные работы, диссертационные исследования в области физики магнитных явлений, магнитофотоники и магнитоплазмоники, проводятся лабораторные работы по специальным курсам, проходит производственная практика, выполняются курсовые и дипломные работы студентов, специализирующихся на кафедре экспериментальной физики.

Научные исследования в области физики магнитных явлений проводятся также на кафедрах физики твердого тела и теоретической физики. На кафедре ФТТ продолжается исследование физических свойств семейства уникальных прозрачных антиферромагнитных кристаллов со слабым ферромагнетизмом, начатые еще проф. В. Н. Селезневым. В настоящее время это направление исследований возглавляет проф. М. Б. Стругацкий. На кафедре теоретической физики очень динамично развивается направление квантовой теории магнетизма, которое возглавляет проф. Ю. А. Фридман. В связи с организацией в ФТИ объединенной кафедры «Теоретическая физика и физика твердого тела» эти направления в 2015 г. вошли в состав научной школы этой кафедры под названием «Физика твердого тела и квантовая теория магнетизма».

Таким образом, в настоящее время в состав школы ФМЯ входят в основном сотрудники кафедры экспериментальной физики и научно-исследовательского центра функциональных материалов и нанотехнологий: проф. В. Н. Бержанский, проф. С. Н. Полулях, проф. И. В. Дзедолик, проф. В. И. Пономаренко, доц. Д. С. Рябушкин, кандидаты наук А. Н. Шапошников, А. Р. Прокопов, Т. В. Михайлова, В. В. Попов, Д. А. Ляшко, А. И. Горбованов, О. В. Сидоренкова, научные сотрудники Центра и преподаватели кафедры И. М. Лагунов, А. В. Каравайников, Г. Д. Басиладзе, А. И. Долгов, С. В. Томилин, А. С. Недвига, Е. Т. Милюкова, Е. Ю. Семук, С. Д. Ляшко, Н. В. Луговской, а также аспиранты кафедры.

Студенты, школьники-члены МАН, аспиранты и молодые сотрудники кафедры экспериментальной физики и НИЦ ФМиНТ неоднократно становились обладателями грантов Государственного (Верховного) Совета Республики Крым, стипендий Президента, Правительства РФ, Неправительственного экологического фонда имени В. И. Вернадского и других именных стипендий, награждались дипломами Международного салона изобретений и новых технологий, различных международных конференций и выставок.

РУКОВОДИТЕЛЬ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

Бержанский Владимир Наумович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой экспериментальной физики Физико-технического института ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского».

Награды:

• «Заслуженный деятель науки и техники Украины» (1999).

• «Заслуженный работник образования Автономной Республики Крым» (2001).

• Благодарность Кабинета Министров Украины (2008).

• Почетный знак МОН Украины «Отличник образования Украины» (1993).

• Медаль «За вклад в науку» Государственного фонда фундаментальных исследований Украины (2011).

• Почетный знак МОН Украины «За научные достижения» (2006).

• Почетный знак П. Могилы МОН Украины (2011).

• Медаль имени В. И. Вернадского Российского неправительственного фонда им. В. И. Вернадского (2013).

• Член-корр. Международной академии электротехнических наук (2003).

• Действительный член Крымской академии наук (1995).

Научно-общественная деятельность:

• Член национальной комиссии ЮНЕСКО при Министерстве иностранных дел Украины (2012–2014).

• Заведующий кафедрой ЮНЕСКО «Возобновляемая энергетика и устойчивое развитие» (2012–2014).

• Член экспертного совета при Комитете по образованию, науке, молодежной политике и спорту Государственного Совета Республики Крым.

• Председатель специализированных ученых советов по защите кандидатских и докторских диссертаций по физико-математическим наукам (1998–2017).

• Заместитель главного редактора журнала «Ученые записки ТНУ им. В. И. Вернадского». Редактор серии «Физико-математические науки» (1999–2014).

• Главный редактор журнала «Вестник Физико-технического института КФУ им. В. И. Вернадского» (2016).

• Член редколлегии журнала «Физика и техника высоких давлений» (2016).

• Рецензент международных научных журналов «Journal of Magnetism and Magnetic Materials», «Applied Optics», «Optics Communications», «Solid State Phenomena».

• Председатель или сопредседатель национальных оргкомитетов большинства Международных конференций, проводимых научной школой.

• Руководитель Украинского отделения Европейской лаборатории нелинейной акустики в конденсированных средах, LEMAC/LICS.

НАУЧНО-ОБЩЕСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВЕДУЩИХ УЧЁНЫХ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

Пономаренко Владимир Иванович, профессор кафедры экспериментальной физики.

• Член Специализированного ученого совета по защите диссертаций (1998–2014).

• Член Ученого совета Физико-технического института КФУ им. В. И. Вернадского (с 2015 г.).

• Член редколлегии журнала «Ученые записки ТНУ им. В. И. Вернадского». Серия «Физико-математические науки» (1999–2014).

Полулях Сергей Николаевич, профессор кафедры экспериментальной физики.

• Ученый секретарь / член специализированных ученых Советов по защите диссертаций (1998–2014).

• Член Ученого совета Физико-технического института КФУ им. В. И. Вернадского (с 2015 г.).

• Член редколлегии журнала «Ученые записки ТНУ им. В. И. Вернадского. Серия «Физико-математические науки»» (1999–2014).

• Член редколлегии журнала «Вестник Физико-технического института КФУ им. В. И. Вернадского» (с 2016 г.).

• Зам. председателя локального оргкомитета Международных конференций «Functional materials» ICFM-2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013.

Дзедолик Игорь Викторович, профессор кафедры экспериментальной физики.

• Член Специализированного ученого совета по защите диссертаций (с 2017 г.).

• Член ученого Совета Физико-технического института КФУ им. В. И. Вернадского (с 2015 г.).

• Ответственный секретарь (2006–2014), член редколлегии журнала «Ученые записки ТНУ им. В. И. Вернадского», серия «Физико-математические науки» (2009–2014).

• Член редколлегии журнала «Вестник Физико-технического института КФУ им. В. И. Вернадского» (с 2016 г.).

• Сопредседатель оргкомитета Международной конференции по современной оптоэлектронике и лазерам CAOL-2008, 2010, 2013.

• Рецензент международных научных журналов «Applied Optics», «Optics Express», «Optics Letters» , «Progress In

Electromagnetics Research», «Laser Physics Journal», «Journal of the Optical Society of America B».

ПОДГОТОВКА НАУЧНОЙ ШКОЛОЙ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

В 1998 г. впервые в истории университета был открыт единственный в Крыму Специализированный совет по защите кандидатских, а с 2009 г. и докторских диссертаций в области физико-математических наук по трем специальностям. Специальность 01.04.11 – «Физика магнитных явлений» всегда была одной из самых востребованных. В 2017 г. уже в Российском Крыму решением ВАК РФ в КФУ открыт Совет по защите кандидатских и докторских диссертаций. Председателем всех каденций Специализированного совета был проф. В. Н. Бержанский, учеными секретарями – проф. С. Н. Полулях, проф. А. В. Яценко, доц. А. Ф. Рыбась, доц. Б. П. Лапин.

За годы существования Крымской школы по физике магнитных явлений учеными школы в различных исследовательских и учебных заведениях страны защищено 11 докторских и около 40 кандидатских диссертаций.

Перечень защищенных диссертаций (в перечень не вошли диссертации в области физики магнитных явлений, защищенные сотрудниками кафедры теоретической физики и физики твердого тела):

1. Михайлова Т. В. Кандидатская диссертация «Одномерные магнито-фотонные кристаллы с модифицированным магнитоактивным слоем» (2014), руководитель В. Н. Бержанский.

2. Попов В. В. Кандидатская диссертация «Гигантский магнитный импеданс в аморфных микропроводах в диапазоне сверхвысоких частот» (2014), руководитель В. Н. Бержанский.

3. Сидоренкова О. С. Кандидатская диссертация «Объемные и поверхностные оптические и магнитные поляритоны» (2014), руководитель И. В. Дзедолик.

4. Горбованов А. И. Кандидатская диссертация «ЯМР и эффекты промежуточной валентности в примесных ферри- и феромагнетиках на основе тройных соединений со структурой граната и шпинели» (2014), руководитель С. Н. Полулях.

5. Потапова Е. В. Кандидатская диссертация «Лингвистическая онтология «Физика магнитных явлений» и ее применение» (2013), руководитель В. А. Широков.

6. Евстафьев А. И. Кандидатская диссертация «Взрывная нестабильность магнитоупругих волн» (2012), руководитель В. Н. Бержанский.

7. Дзедолик И. В. Докторская диссертация «Нелинейные волны и импульсы в оптических волокнах и резонаторах» (2009).

8. Полулях С. Н. Докторская диссертация «Ядерная магнитная релаксация и многоквантовая спектроскопия ЯМР примесных магнитных полупроводников и других материалов» (2008), консультант В. Н. Бержанский.

9. Руденко В. В. Кандидатская диссертация «Параметрические магнитоакустические эффекты в магнитных диэлектриках и композитных материалах» (2008), руководитель С. Н. Полулях.

10. Ляшко Д. А. Кандидатская диссертация «Эшелле спектры пекулярных звёзд и автоматизированный комплекс их обработки» (2007), руководитель В. В. Цымбал.

11. Вилисов Ю. Ф. Докторская диссертация «Онтологические и гносеологические основания физической абстракции» (2004), консультант С. А. Лебедев.

12. Прокопов А. Р. Кандидатская диссертация «Эпитаксиальные пленки феррит-гранатов с анизотропией типа «угловая фаза» (2002), руководитель С. В. Дубинко.

13. Михерский Р. М. Кандидатская диссертация «Магнитная структура эпитаксиальных пленок феррит-гранатов в пространственно-неоднородных магнитных полях» (2000), руководитель С. В. Дубинко.

14. Вишневский В. Г. Кандидатская диссертация «Магнитооптические пространственные модуляторы света на ос-

нове феррит-гранатов для обработки сигналов и визуализации магнитных полей» (1996), руководитель Н. А. Грошенко.

15. Вилисов Ю. Ф. Кандидатская диссертация «Оптические системы локации, связи и обработки информации» (1996), руководитель Н. А. Грошенко.

16. Бержанский В. Н. Докторская диссертация «Магнитный резонанс и кинетические эффекты в ферро- и ферримагнитных полупроводниках» (1994).

17. Пономаренко В. И. Докторская диссертация «Радиофизическая теория и методы расчета поглотителей электромагнитных волн» (1993).

18. Полулях С. Н. Кандидатская диссертация «Исследование ядерного спинового эха в магнитоупорядоченных веществах с магнитными и электрическими СТВ» (1992), руководитель Н. А. Сергеев.

19. Сергеев Н. А. Докторская диссертация «Форма спиновых откликов ЯМР в твёрдых телах с внутренней подвижностью» (1991).

20. Петров В. Е. Кандидатская диссертация «Влияние ионной имплантации на магнитные и электрические свойства пленок ферритов гранатов» (1990), руководитель В. Н. Бержанский.

21. Евстафьев И. И. Кандидатская диссертация «Процессы переноса носителей заряда в ферримагнитных полупроводниках-ферритах и ферромагнитном полупроводнике CdCr2Se4» (1988), руководитель В. Н. Бержанский.

22. Дубинко С. В. Кандидатская диссертация «Доменная структура эпитаксиальных пленок ферритов гранатов» (1988), руководитель А. И. Дрокин.

23. Круликовский А. П. Кандидатская диссертация «Исследование спиновой динамики неоднородных ЦМД – содержащих гранатовых пленок» (1987), руководитель И. К. Пухов.

24. Шапошников А. Н. Кандидатская диссертация «Рентгенофотоэлектронная спектроскопия и ее применение для анализа магнитных пленок» (1986), руководитель А. В. Ширков.

25. Иванов В. И. Кандидатская диссертация «Исследование критической релаксации однородной прецессии намагниченности в ферритах и ферромагнитных халькогенидных шпинелях хрома» (1985), руководитель В. Н. Бержанский.

26. Рябушкин Д. С. Кандидатская диссертация «Исследование импульсных откликов ЯМР в твердых телах с молекулярной подвижностью» (1985), руководитель Н. А. Сергеев.

27. Гавричков С. А. Кандидатская диссертация «Исследование g-фактора и процессов ЭПР-релаксации в халькогенидных шпинелях хрома» (1983), руководитель В. Н. Бержанский.

28. Чернов В. К. Кандидатская диссертация «Исследование процессов переноса носителей заряда в магнитных полупроводниках на основе CdCr2Se4» (1983), руководитель В. Н. Бержанский.

29. Кононов В. К. Кандидатская диссертация «Разработка технологии получения и исследования физических характеристик селенохромитов кадмия и меди» (1983), руководитель В. Н. Бержанский.

30. Пономаренко В. И. Кандидатская диссертация «Широкополосный комбинированный радиопоглотитель»(1982), руководитель А. С. Хлыстов.

31. Гресько А. П. Кандидатская диссертация «Исследование пленок магнитоодносных гранатов для ЦМД-устройств» (1981), руководители А. И. Дрокин, И. К. Пухов.

32. Козленко В. Г. Кандидатская диссертация «Синтез и исследование пленок для постоянных магнитов» (1979), руководители А. И. Дрокин, И. К. Пухов.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научные направления:

• Физика функциональных материалов и наноструктур – руководитель проф. В. Н. Бержанский.

• Магнитный резонанс и компьютерное моделирование в физике – руководитель проф. С. Н. Полулях.

• Динамика поляритонов и плазмонов – руководитель проф. И. В. Дзедолик.

• Электродинамика радиопоглощающих структур – руководитель проф. В. И. Пономаренко.

Основные результаты

• Проведено комплексное исследование критических статических и динамических свойств магнетиков с различными типами кристаллической структуры, магнитного порядка, магнитной кристаллографической анизотропии и с учетом магнитного поля. Показана неуниверсальность спиновой динамики, ее зависимость от соотношения таких взаимодействий в спиновой системе, как диполь-дипольное, спинорбитальное и спиновая диффузия. Предложен метод определения параметров спиновой диффузии и показано соответствие экспериментальных данных теории динамического подобия (В. Н. Бержанский, А. Н. Лазута, В. И. Иванов).

• Исследованы кинетические эффекты в ферро- и ферримагнитных полупроводниках. Показано, что процессы переноса носителей заряда определяются s-d-обменным и спин-орбитальным взаимодействием, которые ответственны за величину магнитной части энергии активации. Предложен метод определения констант спин-орбитальной связи и интегралов межэлектронного взаимодействия в примесных магнитных полупроводниках. Установлено, что интеграл s-d-взаимодействия в халькошпинелях выше, чем в оксишпинелях. Обнаружена гигантская анизотропия магнитопроводимо-

сти в оксидных магнитных полупроводниках (В. Н. Бержанский, И. И. Евстафьев).

• Предложен, теоретически обоснован и запатентован новый метод исследования магнитоупорядоченных веществ – метод многоквантовой ЯМР спектроскопии. Метод представляет собой разновидность методов ЯМР высокого разрешения и позволяет вести раздельное исследование квадрупольных и магнитных сверхтонких взаимодействий в магнетиках. Изучены условия формирования и спектроскопические свойства многоквантовых сигналов спинового эхо (Г. Н. Абеляшев, В. Н. Бержанский, С. Н. Полулях, Н. А. Сергеев).

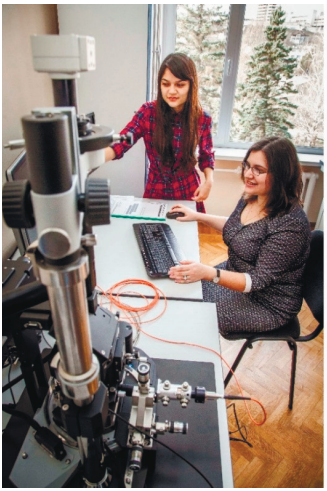
• Исследованы процессы ядерной релаксации в ферромагнитных полупроводниках с гетерогенным легированием. Развита теория ядерной магнитной релаксации, источником которой является электронный обмен внутри примесных макромолекул, формирующихся в окрестности гетеровалентной примеси (С. Н. Полулях, А. И. Горбованов, В. Н. Бержанский).

• На основе теории протекания в рамках решеточной модели предложен подход к объяснению возможных типов магнитного порядка и проводимости в легированных магнитных полупроводниках на основе шпинелей хрома. Учет двойного обмена между разновалентными ионами хрома позволил объяснить экспериментально наблюдаемые концентрационные зависимости температуры магнитного упорядочения и сверхтонких магнитных полей в этих соединениях. Указанный подход был также применен для описания магнитных и электрических свойств легированных манганитов, которые относятся к классу сильно коррелированных систем (Е. В. Кузьмин, С. Н. Полулях, В. Н. Бержанский, Т. В. Михайлова).

• Развит метод апроксимантов для анализа сигналов спинового эха в ЯМР в многочастичных гомо- и гетероядерных системах, проведено обобщение на системы с внутренней молекулярной подвижностью, предложена методика определения параметров молекулярной подвижности. Теоретиче-

ские результаты подтверждены экспериментально (Д. С. Рябушкин, Н. А. Сергеев, А. В. Сапига).

• Экспериментально и теоретически изучена запороговая динамика магнитоупругих волн в антиферромагнетиках с анизотропией типа «легкая плоскость». Открыт новый эффект в магнитоакустике: мультфононное параметрическое возбуждение в магнитных кристаллах. Показано, что возбуждение связанных квазифононных триад носит взрывной характер. Развита ангармоническая теория взаимодействия триад в нелинейной среде антиферромагнитного кристалла в режиме бегущих магнитоупругих волн (А. И. Евстафьев, В. Л. Преображенский, В. Н. Бержанский).



Зав. лабораторией мезо- и наноструктурированных материалов Т. В. Михайлова (слева) и руководитель проекта Программы развития КФУ по созданию лаборатории вакуумных технологий и физики плазмы С. В. Томилин (2017 г.).

• Предложены, синтезированы, исследованы и запатентованы новые типы одномерных магнитофотонных и магнитоплазмонных кристаллов, в качестве центрального магнитоактивного элемента которых выступает бинарный наноструктурированый слой на основе висмутовых ферритов гранатов.

Наибольшая эффективность структур микрорезонаторного типа в оптическом и ближнем инфракрасном диапазоне длин волн достигнута за счет рассчитанной и выполненной оптимизацией числа зеркал Брэгга и параметров бинарного слоя. Получено рекордное значение фарадеевского вращения – 113 град/мкм, что соответствует усилению магнитофотонным кристаллом эффекта Фарадея более, чем в 60 раз. (А. Н. Шапошников, Т. В. Михайлова, А. Р. Прокопов, А. В. Каравайников, В. Н. Бержанский).

• Методами магнитооптической спектроскопии в широком диапазоне температур впервые исследованы свойства интерфейса «пленка – подложка» и магнитные фазовые состояния в наноразмерных (от 1,5 до 90 нм) однослойных и бинарных пленках висмут-замещенных ферритов-гранатов, синтезированных на модифицированных ионной обработкой подложках (А. Н. Шапошников, Т. В. Михайлова, А. Р. Прокопов, А. В. Каравайников, В. Н. Бержанский).

• Синтезированы монокристаллические пленки с различными типами магнитной кристаллографической анизотропии и низкой коэрцитивностью, которые позволяют визуализировать неоднородные внешние магнитные поля с высоким пространственным разрешением. На их основе ведется разработка различных видов преобразователей и устройств (В. Г. Вишневский, А. Р. Прокопов, А. Г. Шумилов, Н. В. Луговской, А. Н. Шапошников, В. Н. Бержанский).

• Методом эпитаксии из жидкой фазы синтезированы и исследованы образцы высококоэрцитивных эпитаксиальных пленок ферритов-гранатов, предназначенных для использования в качестве магнитных ловушек охлажденных нейтральных атомов и материалов для термомагнитной записи (В. Г. Вишневский, А. С. Недвига, Е. В. Данишевская, В. Н. Бержанский).

• Предложена, реализована, исследована и запатентована волноводная магнитоплазмонная структура на основе эпитаксиальной пленки феррита-граната с плазмонным слоем для модуляции оптического излучения инфракрасного диапазона

в волоконно-оптических сетях (Г. Д. Басиладзе, А. И. Долгов, В. Н. Бержанский).

• Построена теория нелинейных поляритонов и плазмон-поляритонов в диэлектрических изотропных, анизотропных и бигиротропных средах. Исследована динамика поверхностных плазмон-поляритонов на границе раздела диэлектрической прозрачной среды и металла. Определены условия формирования плазмон-поляритонных вихрей. Топологический заряд и локализация вихрей определяются условиями интерференции мод, что позволяет использовать свойства плазмон-поляритонов при создании элементной базы наноплазмоники для линий передач и систем обработки информации. (И. В. Дзедолик, О. В. Сидоренкова, В. В. Перескоков).

• Разработаны методы синтеза наноостровковых металлических структур, исследованы их электрические, оптические и плазмонные свойства. Показано, что эффективность резонансного возбуждения поверхностных плазмон-поляритонов существенно меняется при переходе структуры плёнки от однородной к наноостровковой. Резонансные свойства локализованных плазмон-поляритонных состояний в наноостровковой плёнке золота существенно зависят от условий термоактивированной грануляции, размерных факторов и магнитодиэлектрического окружения (С. В. Томилин, В. Н. Бержанский).

• Исследованы особенности эффекта гигантского магнитного импеданса (ГМИ) в аморфных магнитных микропроводах в диапазоне СВЧ под влиянием физических факторов различной природы. Показано, что аксиальное напряжение приводит к увеличению эффективного поля циркулярной магнитной анизотропии, а торсионное напряжение формирует геликоидальную магнитную структуру, в результате действия которой возникает гистерезис и необратимые скачки ГМИ. Наведенное электрическим током циркулярное магнитное поле приводит к возникновению зеркальной асимметрии кривых ГМИ, изменению величины скачка и его анизотропному сдвигу. Указанные явления зависят от величин приложенных

напряжений, циркулярного поля и его киральности относительно приложенного магнитного поля (В. В. Попов, В. Н. Бержанский).

• Разработаны основы создания радиопоглощающих покрытий, проведены расчеты и оптимизация композиционных покрытий на основе таких материалов, как мелкодисперсное карбонильное железо, ферриты различного состава, системы проводящих сеток, аморфные магнитные микропровода, графитизированные углеродные волокна. Результаты работы могут быть использованы при создании малоотражающих покрытий, применяемых в различных целях в технике СВЧ (В. И. Пономаренко, В. В. Попов, И. М. Лагунов).

В последние годы эффективное сотрудничество ученых научной школы осуществлялось с группой профессора МГУ В. И. Белотелова из Международного Российского квантового центра. Этому способствовало совместное выполнение гранта Российского научного фонда на разработку макета магнитокардиографа на основе пленок ферритов гранатов, способного работать без применения криогенной техники. В работе участвовал также коллектив ученых из Российского кардиологического центра. В результате этой работы в КФУ имени В. И. Вернадского были синтезированы эпитаксиальные пленки ферритов гранатов с анизотропией легкая плоскость, на основе которых были созданы магнитоплазмонные структуры с плазмонным покрытием из периодически перфорированной пленки золота, продемонстрировавшие значительное усиление резонансных эффектов Фарадея и Керра, необходимого для создания сенсоров медицинского назначения. Высокая магнитооптическая добротность синтезированных пленок позволила также осуществить возбуждение под действием циркулярно поляризованных фемтосекундных лазерных импульсов объемных и поверхностных магнитостатических волн за счет обратного магнитооптического эффекта Фарадея.

За последние 5 лет в рамках школы было выполнено 8 национальных и 9 международных проектов. Информационная поддержка на всех стадиях выполнения проектов осу-

ществлялась сотрудниками НИЦ ФМиНТ и КЭФ И. Ф. Рак и Н. В. Ляшко.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ПРОЕКТЫ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

В рамках школы по физике магнитных явлений всегда велись междисциплинарные проекты. Приведем результаты некоторых из них.

В области биофизики:

• Создан прибор для автоматического мониторинга свечения биологических объектов. Обнаружен эффект воздействия электромагнитного излучения мм-диапазона на сенсорные свойства морских светящихся микроорганизмов и вегетативное развитие растений. (Л. Ю. Бержанская, В. Н. Бержанский О. Ю. Белоплотова, Т. Г. Старчевская, И. М. Лагунов).

В области медицины:

• Прибор для электро-пунктурной диагностики биологически активных точек (Т. Н. Метляев, В. Н. Бержанский).

• Ультразвуковой диссектор-аспиратор с микропроцессорным управлением для нейрохирургии (И. М. Лагунов, С. И. Журавлев, В. Н. Дышловой).

• Ультразвуковой диспергатор для эмульгирования лекарственных средств при лечении легочных заболеваний (А. К. Загорулько, Н. Ю. Новиков, И. М. Лагунов).

• Прибор и методика компьютерного нейрометамерного анализа состояния позвоночника человека по анизотропии проводимости межпозвонковых дисков (И. М. Лагунов, Ю. В. Чикуров).

• Магнитооптические сенсоры для магнитокардиографии (А. Н. Шапошников, А. Р. Прокопов, А. Г. Шумилов, Т. В. Михайлова, В. В. Попов, В. Н. Бержанский).

В области психофизиологии:

• Устройство для реализации биологической обратной связи (В. Б. Павленко, И. М. Лагунов, В. Н. Бержанский).

В области экологии и охраны окружающей среды:

• Градиентная система автоматического мониторинга геофизических параметров (В. А. Боков, А. И. Лычак, И. М. Лагунов).

В области энергетики:

• Автоматизированная система для контроля параметров и оптимизации работы ветроэнергоустановки с вертикальной осью вращения (И. М. Лагунов, В. Г. Проценко, В. В. Проценко).

В области астрофизики:

• Программное обеспечение для автоматизированной обработки оптических спектров различных звезд, в том числе магнитных (Д. А. Ляшко, В. В. Цымбал, Д. В. Алентьев).

В области криминалистики:

• Разработаны, запатентованы и внедрены в украинских НИИ судебных экспертиз и других организациях высокочувствительные магнитооптические сенсоры (В. Г. Вишевский, С. В. Дубинко, А. Р. Прокопов, А. Г. Шумилов, А. Н. Шапошников, В. Н. Бержанский, И. М. Лагунов).

В области прикладной лингвистики:

• Разработана лингвистическая онтология «Физика магнитных явлений». Создан терминологический словарь, включающий связи между понятиями и терминами в данной предметной области. (Е. В. Потапова, В. А. Широков, В. Н. Бержанский, С. Н. Полулях).

В области философии:

• Обосновано, что принципы дополнительности и интервальности являются ключевыми в процессе формирования физических понятий и делают возможным адекватно осмыслить концептуальные коллизии, возникающие в развитии современной физики (Ю. Ф. Вилисов, Ф. Н. Лазарев).

В области отечественной истории:

Собраны и проанализированы документы и события, связанные с советско-китайским вооруженным конфликтом на острове Даманском в 1969 году. Введены в научный оборот такие новые источники информации, как воспоминания непосредственных участников событий, различные документальные свидетельства – тексты приказов, фотографии, карты и т. п. (Д. С. Рябушкин).

В области педагогики:

• Внедрение математического аппарата нечеткой логики в педагогические исследования (И. М. Лагунов, В. Д. Сиротюк).

• Применение программных стимуляторов для самостоятельной подготовки студентов к выполнению лабораторных работ (И. М. Лагунов, В. Н. Бержанский).

Для предприятий Крыма:

• Автоматизированная система управления технологическими процессами на малых предприятиях (И. М. Лагунов, Г. П. Козик).

• Микропроцессорный сенсор дистанционного контроля работы систем кондиционирования для сотовой связи (И. М. Лагунов, Г. П. Козик, К. Г. Козик).

И. М. Лагунов в лаборатории механики.

• Автоматизированная система «Микроклимат» (И. И. Евстафьев, И. М. Лагунов, Д. А. Ляшко).

• Интеллектуальные автоматизированные системы управления для сельского хозяйства «Умная свиноферма», «Умное зернохранилище» (И. М. Лагунов, В. Н. Бержанский, Д. А. Ляшко, И. В. Веренкиотов).

• Устройства по определению в промышленных растворах содержания золота и титана (А. А. Федоренко, А. М. Федоренко, И. М. Лагунов).

Следует отметить активную инновационную деятельность в области создания отдельных видов медицинской техники и автоматизации различных процессов одного из ведущих сотрудников кафедры И. М. Лагунова.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

• Кафедра стала инициатором заключения договора по сотрудничеству с Институтом физики Щецинского университета (Польша), в рамках которого проведены совместные исследования многоквантовых эффектов в ЯМР магнетиков. Сотрудник этого Института проф. Н. А. Сергеев принимает активное участие в работе конференций ICFM, проводимых кафедрой, написании совместных статей, учебных пособий и монографий.

• Впервые в истории университета отдел ФМиВО выполнил зарубежный хоздоговор на поставку в США наукоемкой продукции. Заказчиком на изготовление монокристаллических тонкопленочных магнитооптических поляризаторов выступила лаборатория оптоэлектроники университета штата Пенсильвания (PenState University, USA, 2006–2007).

• В соответствии с Меморандумом о сотрудничестве с Оаклендским университетом (Oakland University, Rochester, USA) проф. A. Slavin активно участвует в подготовке и проведении в Крыму международных конференций ICFM.

• Весьма плодотворным стало сотрудничество кафедры с международной лабораторией LIA LEMAC (Франция), нача-

тое по инициативе содиректоров лаборатории профессоров Ph. Pernod и V. Preobrazhensky и проф. В. Бержанского. Партнерами по лаборатории являлись Институт электроники, микроэлектроники и нанотехнологий (Лилль, Франция), Ecole Centrale de Lille (Лилль, Франция), Московский технологический университет (МИРЭА), Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН (позднее присоединился Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева). Первоначально научное сотрудничество осуществляется в рамках проектов франко-украинских программам ECO-NET и DNIPRO (2004–2007). Академическое сотрудничество было начато после заключения Соглашения о научной и образовательной деятельности между ТНУ и Ecole Centralede Lille (2006). Оно было поддержано программами Eiffel Doctorate Program (подготовка и защита в EC deLille диссертации В. В. Руденко, 2008), «Doctorate Cotutelle» (совместная аспирантура и защита в EC de Lille А. И. Евстафьева, 2012), Court sejour de recherché (научная стажировка В. В. Попова в Институте электроники, микроэлектроники и нанотехнологий, 2009).

Обсуждение плана совместных работ в рамках международной лаборатории LIA LICS/LEMAC в Институте электроники, микроэлектроники и нанотехнологий (Лилль, Франция).

Защита аспиранта В. В. Руденко во Франции была первой в истории университета защитой диссертации на степень доктора наук за рубежом и кандидата физико-математических наук в Крыму.

Успешные научные и академические контакты ТНУ и LEMAC стимулировали заключение международного соглашения Украины и Франции о научном сотрудничестве между Фондом фундаментальных исследований Украины (ДФФД) и Национальным центром научных исследований Франции (CNRS). Это соглашение позволило ТНУ официально войти в состав международной лаборатории LIA LEMAC (2008). Дальнейшая совместная работа поддерживалась грантами ДФФД и CNRS. В ряде проектов принимали участие профессора М. Б. Стругацкий и Ю. А. Фридман с сотрудниками.

Защита докторской диссертации в EC de Lille аспиранта В. В. Руденко. Слева направо: члены экспертного совета профессора V. Gusev, V. Preobrazhensky, Ph. Pernod, J.-M. Le Breton, Ю. А. Фридман (ТНУ), В. В. Данилов (Киевский национальный университет) (2007 г.).

• Основная тематика совместных работ, выполняемых в рамках международной лаборатории, связана с исследованием статических и динамических эффектов в магнитоупорядоченных кристаллах, нелинейной магнитоакустикой и её примене-

нием в функциональной электронике. Большой интерес у французских коллег вызывали также работы по магнитофотонным кристаллам, синтез и исследование которых осуществлялось в Крыму.

В 2009 г. лаборатория LEMAC вошла в состав организаторов международной конференции «Functional Materials», которую по традиции проводили ТНУ и Институт магнетизма НАН Украины. В 2013 г. в соответствии с новыми задачами лаборатория LEMAC преобразуется в лабораторию критических и сверхкритических явлений в функциональной электронике LICS.

• В области астрофизики хорошие партнерские отношения сложились между ТНУ и Институтом астрономии Венского университета. При участии этого Института выполнялись проекты «Астросейсмология» (2001–2003) и «Звёздный магнетизм» (2006), которые финансировались Австрийским научным фондом (В. В. Цымбал, Д. А. Ляшко).

Президент Причерноморской сети университетов (Black Sea Universities Network) профессор S. Barudov (Varna, Bulgaria) вручает проректору по научной работе профессору В. Н. Бержанскому свидетельство о приеме ТНУ им. В. И. Вернадского в ряды BSUN (2008 г.).

• В 2008 г. ТНУ был принят в Причерноморскую сеть университетов Black Sea Universities Network (BSUN), в которую входит более 100 университетов из 11 стран Причерноморья. Одним из результатов этой активности был междисциплинарный «BSUN Joint Master Degree Study Program on the Management of Renewable Energy Sources – ARGOS» (2012–2013), в котором участвовали кафедры физического и географического факультетов ТНУ. Студенты кафедры экспериментальной физики принимали участие в международной школе по термодинамике, в выполнении совместных с иностранными студентами магистерских работ.

• Важным международным проектом, в котором принимали участие сотрудники кафедры В. Н. Бержанский (руководитель проекта), И. В. Дзедолик, А. В. Мурава-Середа, был проект программы TEMPUS-TACIS «Европейско-украинский подход к созданию межуниверситетской рейтинговой системы в Украине» (2007–2008). Основным результатом выполнения проекта была существенная модернизация рейтинговой системы МОН Украины и ТНУ им. В. И. Вернадского.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ

Формированию Крымской школы по физике магнитных явлений способствовала деятельность ее членов по организации сначала Всесоюзных семинаров, школ и совещаний, а впоследствии и крупных международных научных конференций. Первый «магнитный» Всесоюзный семинар в Крыму состоялся уже в 1975 году, а всего подобных мероприятий за эти годы было проведено около 40. Вот некоторые из них:

• Всесоюзные семинары: «Новые виды магнитной памяти и оптические методы обработки информации» (1975), «Современные элементы оптоэлектроники для передачи, приема и хранения информации» (1976), «Физические свойства, характеристики и применение ЦМД в приборостроении»

(1979), «Средства памяти на ЦМД: физические свойства, характеристики и применение» (1983), «Спиновое эхо. Применение для анализа свойств магнитных материалов и создания устройств» (1984,1986).

• Всесоюзные совещания: «Магнитогиротропные явления и их использование в технике» (1985), «Когерентное взаимодействие излучения с веществом» (1990).

• Всесоюзные школы по магнитной микроэлектронике (1989), магнитному резонансу (1990), физике магнитных явлений (1993).

• Международные конференции «Functional materials» ICFM-2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013.

• Международные конференции «Electromechanics, Electrotechnology, Electromaterials and Components» ICEEE-1995, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016.

Наиболее значимыми были конференции по функциональным материалам ICFM. Так, например, на конференции ICFM'2013 было представлено около пятисот докладов учеными из 15-ти стран.

ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

В результате вхождения Крыма в Россию и образования Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского появилась возможность полной модернизации материальной базы науки и образования в области физики магнитных явлений. В рамках Программы развития КФУ участниками школы был реализован ряд проектов по созданию и оснащению новых научных и учебных лабораторий и центров:

• Научно-исследовательская лаборатория мезо- и наноструктурированных функциональных материалов (В. Н. Бержанский, А. Н. Шапошников, Т. В. Михайлова);

• Учебно-исследовательская лаборатория в области нанофизики и нанотехнологий (Т. В. Михайлова, В. Н. Бержанский);

• Научно-образовательный Центр атомной и ядерной физики (С. Н. Полулях, Д. А. Ляшко, Ю. В. Сорокин);

• Межкафедральная лаборатория 3D-прототипирования (В. В. Попов);

• Лаборатория синтеза функциональных наноматериалов (А. Н. Шапошников);

• Лаборатория вакуумных технологий и физики плазмы (С. В. Томилин).

Международная конференции по функциональным материалам ICFM'2009. В президиуме: директор Института магнетизма НАНУ (г. Киев) академик В. Г. Барьяхтар (в центре), директор Института физики СО РАН (г. Красноярск) академик К. С. Александров (справа) и председатель Оргкомитета конференции профессор В. Н. Бержанский.

На базе НИЛ мезо- и наноструктурированных функциональных материалов, УИЛ в области нанофизики и нанотехнологий и лаборатории сканирующей электронной микроскопии НИЦ ФМиНТ организован Центр коллективного пользования КФУ «Электронная и зондовая микроскопия». Целью создания Центра является развитие научной, инновационной и коммерческой деятельности в области со-

временных методов нанодиагностики функциональных материалов и биообъектов, на основе тесного междисциплинарного взаимодействия, концентрации научного и образовательного потенциала университета, объединения и коллективного использования уникальных, дорогостоящих приборов и оборудования.

Участники Международной конференции по функциональным материалам ICFM'2011 (Партенит, 2011 г.).

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ БУДУЩИХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ:

– физика и техника магнитного резонанса: теория и эксперимент;

– развитие методов моделирования дисперсионных характеристик композиционных материалов на основе дифракционного подхода и создание радиопоглощающих структур на основе таких материалов; анализ дифракции электромагнитных волн на телах с радиопоглощающими покрытиями;

– исследование динамики линейных и нелинейных фонон-поляритонов и плазмон-поляритонов в различных, в том числе магнитогиротропных средах;

– разработка концепции элементной базы плазмонной логики на основе плазмон-поляритонных вихрей с целью создания процессора, действующего на оптических частотах;

– создание наноструктурированных материалов, для устройств спинтроники, стрейнтроники, магноники, а также материалов, использующих синергетику магнитооптических и плазмонных эффектов;

– разработка новых материалов и устройств для эффективного управления оптическим излучением в системах приема, передачи и обработки информации, в том числе в волоконно-оптических линиях связи;

– разработка сверхчувствительных сенсоров магнитного поля технического и медико-биологического применения на основе монокристаллических пленок ферритов-гранатов и многослойных тонкопленочных гетероструктур;

– исследование морфологии поверхности, магнитной структуры и химического состава мезо- и наноструктурированных материалов методами растровой электронной, атомно-силовой и магнито-силовой микроскопии, а также оптической эмиссионной спектроскопии;

– синтез и исследование наноструктурированных металлических покрытий, в том числе для создания селективных гетерогенных нанокатализаторов;

– исследование эффектов термоактивированной грануляции при формировании островковых наноструктур;

– развитие метода вихретоковой магнитооптической дефектоскопии и синтез совершенных материалов для сенсоров переменных магнитных полей;

– разработка технологии создания упрочняющих и защитных покрытий на изделиях из конструкционных и специальных сталей и сплавов методами ионно-плазменного азотирования и карбонитрации и электрохимического анодирования;

– создание и коммерциализация инновационной продукции в области материаловедения, нанотехнологий и физики конденсированного состояния, прикладные исследования в интересах предприятий Крыма (ОАО «Пневматика», ОАО «Завод Фиолент» и др.);

Открытие новой межкафедральной лаборатории 3D-прототипирования ФТИ. Слева направо: проректор по реализации программы развития Е. Н. Чуян, ректор КФУ А. П. Фалалееев и зав. лабораторией доцент В. В. Попов (2017 г.).

– разработка методов анализа звездных спектров и моделирование процессов, происходящих в атмосферах звезд, в том числе обладающих собственным магнитным полем;

– создание условий для качественной, научно и практически ориентированной образовательной деятельности, развитие и укрепление филиала кафедры на ОАО «Завод Фиолент»;

– оказание услуг по синтезу и нанодиагностике функциональных материалов и биообъектов, проведению испытаний и технических экспертиз в рамках Центра коллективного пользования.

Профессор С. Н. Полулях и доцент Д. А. Ляшко в новой лаборатории Центра атомной и ядерной физики кафедры экспериментальной физики ФТИ(2016 г.).

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Технологическое оборудование:

Оборудование для реализации полного цикла создания многослойных наноразмерных структур, эпитаксиальных пленок ферритов-гранатов и функциональных элементов на их основе, в том числе:

– оборудование для изготовления феррит-гранатовых мишеней по керамической технологии (печь для твердофазного синтеза, мельница, пресс);

– установка жидкофазной эпитаксии «Рост-1»;

– вакуумное технологическое оборудование для синтеза наноразмерных пленок различных металлов и диэлектриков методом реактивного ионно-плазменного распыления;

– комплекс по подготовке поверхности кристаллов для анализа проб методами атомно-силовой микроскопии с системой оптического контроля на базе автоматического про-

граммируемого шлифовально-полировального станка MASTERLAM 3.0 (Франция);

– оборудование для изготовления оптических элементов (станок полировально-доводильный 3ПД-320а; полуавтомат скрайбирования пластин «Алмаз-М»).

Аналитическое оборудование:

– оборудование для анализа химического состава, состояния поверхности и структуры тонких пленок и структур (микроскоп растровый электронный РЭМ-106 со спектрометром энергетической дисперсии ЭДС-1, дифрактометр ДРОН-2);

– спектрометр тлеющего разряда HORIBA GD Profiler для анализа химического состава металлических и диэлектрических покрытий с чувствительностью 1-10 ppm (Франция);

– оборудование для исследования магнитооптических свойств материалов (магнитополяриметр МПМФ-2, автоматизированный магнитооптический спектрометр);

– автоматизированный комплекс для исследования свойств наноструктурированных функциональных материалов (сканирующий зондовый микроскоп NTEGRA PRIMA с модификацией для проведения оптических измерений и модулем для биомедицинских исследований);

– оборудование для исследования магнитных свойств материалов (вибрационный магнитометр ВМ-1А, феррометр ФР-1, индуктивно-частотная установка «Эталон-1», спектрометр ЯМР с перестраиваемой частотой в диапазоне от 20 до 120 МГц; спектрометр ЭПР/ФМР с частотой 9200 МГц;

– автоматизированная установка для измерения диэлектрической и магнитной восприимчивости в СВЧ-диапазоне;

– оборудование для исследования оптических свойств (микроскоп Leitz Ortoplan с интерференционным модулем ICR, спектрофотометр СФ-26, эллипсометр ЛЭФ-3М, твердотельные лазеры MIL-III-1319nm-0.5W; MDL-III-1550R (red); MRL-III-635R-150mW, микроскоп поляризационный ЕС Полам, оптические столы, оснащенные механическими приспособлениями и устройствами позиционирования опти-

ческих элементов, микроскопами, электроизмерительным и радиоизмерительным оборудованием для исследования оптических характеристик волоконно-оптических и магнитооптических устройств);

– векторный анализатор цепей Rohde & Schwarz ZNB20 для исследования свойств материалов в широком диапазоне частот 9 кГц-20 ГГц;

– измерительное оборудование (генератор сигналов произвольной формы АКИП-3413/3, осциллограф смешанных сигналов Keysight DSOX2004A, нановольтметр/микроомметр Keysight 34420A, электрометр/петаомметр Keysight B2987A);

– комплекс для проведения учебно-исследовательских работ в области нанофизики и нанотехнологий на базе СЗМ «НаноЭдюкатор», который включает сканирующий зондовый микроскоп Nanoeducator II (2 шт.); универсальный газовый реактор CVDomna для получения углеродных нанотрубок; установка для получения нанопористых оксидных пленок НаноОксид-2; прямой поляризационный микроскоп исследовательского класса для наблюдения в отраженном свете Nikon ECLIPSE LV150N; инвертированный микроскоп Биомед - 4И; 3д принтер Designer PRO 250;

– комплекс современных лабораторных работ фирмы «Phywe» (Германия) по курсам общей физики «Механика», «Молекулярная физика», «Термодинамика».

ПЕРЕЧЕНЬ ПЕЧАТНЫХ РАБОТ УЧЕНЫХ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

Монографии:

1. Дзедолик И. В. Электромагнитное поле в активных и пассивных средах / И. В. Дзедолик. – Симферополь : ДИАЙПИ, 2012. – 246 с.

2. Наноразмерные структуры одномерных магнитофотонных кристаллов / В. Г. Барьяхтар, И. В. Шарай, О. Ю. Салюк [и др.] // Наноразмерные системы и наноматериалы: ис-

следования в Украине : монография / гл. ред. А. Г. Наумовец ; НАН Украины. – Киев, 2014. – С. 82–87.

3. Пономаренко В. И. Дифракционный расчет эффективной диэлектрической проницаемости радиопоглощающих решеток на основе графитированных волокон / В. И. Пономаренко, И. М. Лагунов // Композиционные материалы: разработка и применение: монография; [под ред. М. Ю. Звездиной]. Новосибирск : Изд. АНС «СибАК», 2017, С. 112–133.

4. Сергеев Н.А. Кристаллофизика / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. – Москва : Университетская книга, 2016. – 160 с.

5. Сергеев Н. А. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. – Москва : Логос, 2013. – 272 с.

6. Сергеев Н. А. Физика наносистем / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. – Москва : Логос, 2015. – 192 с.

7. Таврический университет: времена и люди: 90 лет служения науке. Коллективная монография ; В.Н. Бержанский, В.Ф. Шарапа, Г.Ю. Богданович и др. – Киев : Либідь, 2008. – 296 с.

8. Dzedolik I. V. Solitons and Nonlinear Waves of Phonon-Polaritons and Plasmon-Polaritons / I. V. Dzedolik. – New York : Nova Science Publishers, 2016. – 151 p.

9. Dzedolik I. V. Phonon-polaritons in nonlinear dielectric medium, in contemporary optoelectronics : materials, metamaterials and device applications, eds. shulika O., sukhoivanov I. // Springer Series in Optical Sciences. – 2016. – Vol. 199. – P. 3–23.

Учебные пособия:

1. Ляшко Д. А. Физический практикум «Атомная физика»: методическое пособие / Д. А. Ляшко, Ю. В. Сорокин ; КФУ им. В. И. Вернадского. – Симферополь, 2015. – 153 с.

2. Ляшко Д. А. Физический практикум «Физика атомного ядра и элементарных частиц» : методическое пособие. В 2-х ч. / Д. А. Ляшко, Ю. В. Сорокин ; КФУ им. В. И. Вернадского. – Симферополь, 2015. – 200 с.

3. Дзедолик И. В. Основы лазерной техники: учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки

«Техническая физика» квалификационного уровня «бакалавр» / И. В. Дзедолик ; КФУ им. В. И. Вернадского. – Симферополь, 2015. – 116 с.

4. Дзедолик И. В. Прикладные аспекты нелинейной оптики : учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки «Техническая физика» квалификационного уровня «магистр» / И. В. Дзедолик ; КФУ им. В. И. Вернадского. – Симферополь, 2015. – 177 с.

5. Кузьмин Е. В. Основы квантовой статистической физики / Е. В. Кузьмин. – Симферополь : ДиАйПи, 2006. – 206 с.

6. Пономаренко В. И. Курс общей физики. Механика : учебник для вузов / В. И. Пономаренко, Ю. М. Ильин ; СГУ им. М.В. Фрунзе. – Киев : ВИПОЛ, 1997. – 212 с.

7. Пономаренко В. И. Курс общей физики. Термодинамика и молекулярная физика : учебник для вузов / В. И. Пономаренко, Ю. М. Ильин ; СГУ им. М. В. Фрунзе. – Киев : [Б. и.], 1998 . – 176 с.

8. Пономаренко В. И. Математический аппарат механики : учебно-методическое пособие / В. И. Пономаренко, Д. С. Рябушкин; КФУ им. В. И. Вернадского. – Симферополь, 2016. – 77 с.

Публикации

Общее число публикаций сотрудников школы – около пятисот, в том числе за последние 5 лет в изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus, опубликовано 37 работ, сделано 56 докладов, тезисы которых напечатаны в трудах международных конференций, получено 40 патентов.

1. Bi-substituted iron garnet films for one-dimensional magneto-photonic crystals: Synthesis and properties / A. N. Shaposhnikov, A. V. Karavainikov, A. R. Prokopov [et al.] // Mater. Res. Bull. – 2012. – Vol. 47, № 6. – P. 1407–1411.

2. Berzhansky V. N. Magneto-optical visualization of eddy current magnetic fields / V. N. Berzhansky, D. M. Filippov, N. V. Lugovskoy / Physics Procedia. – 2016. – Vol. 82. – P. 27–31.

3. Catalytic activity of metallic nanoisland coatings. The influence of size effects on the recombination properties /

O. A. Tomilina, V. N. Berzhansky, S.V. Tomilin [et al.] // Journal of Physics. – 2016. – Vol. 741, № 1, 012179.

4. ChernovA. I. Local probing of magnetic films by optical excitation of magnetostatic waves / A. I. Chernov, M. A. Kozhaev, P. M. Vetoshko [et al.] // Physics of the Solid State. – 2016. – Vol. 58, Iss. 6. – P. 1128–1134.

5. Dzedolik I. V.Control of polariton spectrum in bigyrotropic medium / I. V.Dzedolik, O. Karakchieva // Appl. Opt. – Vol. 52, № 25. – P. 6112–6118.

6. Dzedolik I. V. Nonlinear vector and scalar polariton waves in dielectric medium / I. V. Dzedolik, O. Karakchieva // J. Opt. Soc. Am. B. – 2013. –Vol. 30, № 4. –P. 843–850.

7. Dzedolik I. V. Surface plasmon-polariton solitons and cnoidal waves at theboundary of dielectric crystal and metal / I. V. Dzedolik // J. Opt. – 2014. – Vol. 16, №. 12, 125002.

8. Dzedolik I. V. Transformation of surface plasmon-polariton pulse to the bright and dark solitons at the first and second harmonics / I. V.Dzedolik, O. Karakchieva // J. Opt. – 2013.– Vol. 15, № 4, 044019.

9. Dzedolik I. V. Polariton spectrum in nonlinear dielectric medium/ I. V. Dzedolik, O. Karakchieva //Appl. Opt. – 2013. – Vol. 52, № 13. – P. 3073–3078.

10. Dzedolik I. V. Variation of spectral properties of dielectric ionic crystal in the terahertz range due to the polariton absorption / I. V. Dzedolik, V. Pereskokov // Applied Optics. – 2014. – Vol. 53, Issue 15. – P. 3318–3327.

11. Epitaxial Bi-Gd-Sc iron-garnet films for magnetophotonic applications / A. R. Prokopov, P. M. Vetoshko, A. G. Shumilov[et al.] // J. Alloys Compd. – 2016. – Vol. 671. – P. 403–407.

12. Features of linear defects eddy current images obtained with use of ferrite garnet films / V. G. Vishnevskii, V. N. Berzhansky, N. L. Lugovskoy [et al.] // Solid State Phenomena. – 2015. – Vol. 230. – P. 273–278.

13. Generation of spin waves by a train of fs-laser pulses: A novel approach for tuning magnon wavelength / I. V. Savoch-

kin, M. Jäckl, V. I. Belotelov [et al.] // Scientific Reports. – 2017. – Vol. 7, № 1, 5668.

14. High-coercive garnet films for thermo-magnetic recording / V. N. Berzhansky, Y. V. Danishevskaya, A. S. Nedviga [et al.] // Journal of Physics. – 2016. – Vol. 741, № 1, 012187.

15. Magnetic domain structure investigation of Bi: YIG-thin films by combination of AFM and cantilever-based aperture SNOM // Y. E. Vysokikh, A. V. Shelaev, A. R. Prokopov [et al.] // Journal of Physics. – 2016. – Vol. 741, № 1, 012190.

16. Magnetic properties of epitaxial bismuth ferrite-garnet mono- and bilayers / E. Yu. Semuk, V. N. Berzhansky, A. R. Prokopov [et al.] // JMMM. – 2015. – Vol. 394. – P. 92–95.

17. Magneto-optic eddy current introscopy based on garnet films / V. Vishnevskii, V. Berzhansky, V. Mikhailov[et al.] // Solid State Phenomena. – 2013. – Vol. 200. – P. 245–249.

18. Magneto-optics of nanoscale Bi: YIG films / V. Berzhansky, T. Mikhailova, A. Shaposhnikov [et al.] // App. Opt. – 2013. – Vol. 52, № 26. – P. 6599–6606.

19. Magneto-optical, structural and surface properties of RIB sputtered (Bi,Ga)-substituted DyIG films / A. N. Shaposhnikov, A. R. Prokopov, V. N. Berzhansky [et al.] // Materials Research Bulletin. – 2017. – Vol. 95. – P. 115–122.

20. Magnetooptics of single and microresonator iron-garnet films at low temperatures / A. N. Shaposhnikov, A. R. Prokopov, V. N. Berzhansky [et al.] // Optical Materials. – 2016. – Vol. 52. – P. 21–25.

21. Microcavity one-dimensional magnetophotonic crystals with double layer Bi-substituted iron garnet films: Optical and magneto-optical responses in transmission and reflection / V. N. Berzhansky, T. V. Mikhailova, A. V. Karavainikov [et al.] // Solid State Phenomena. – 2015. – Vol. 230. – P. 241–246.

22. Microcavity one-dimensional magnetophotonic crystals with double layer iron garnet / V. N. Berzhansky, T. V. Mikhailova, A. V. Karavainikov [et al.] // J. Magn. Soc. Jpn. – 2012. – Vol. 36, № 1/2. – P. 42–45.

23. Modification of Bi:YIG film properties by substrate surface ion pre-treatment / A. N. Shaposhnikov, A. R. Prokopov,

A. V. Karavainikov [et al.] // Mater. Res. Bull. – 2014. – Vol. 55. – P. 19–25.

24. Nano- and micro-scale Bi-substituted iron garnet films for photonics and magneto-optic eddy current defectoscopy / V. N. Berzhansky, A. V. Karavainikov, T. V. Mikhailova [et al.] // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2017. – Vol. 440. – P. 175–178.

25. One-dimensional magnetophotonic crystals with magnetooptical double layers / V. N. Berzhansky, A. N. Shaposhnikov, A. R. Prokopov [et al.] // Journal of Experimental and Theoretical Physics. – 2016. – Vol. 123, № 5. – P. 744–751.

26. One-dimensional photonic crystals with highly Bi-substituted iron garnet defect in reflection polar geometry / T. V. Mikhailova, V. N. Berzhansky, A. V. Karavaynikov [et al.] // Journal of Physics. – 2016. – Vol. 741, № 1, 012121.

27. Photonic crystals with plasmonic patterns: novel type of the heterostructures for enhanced magneto-optical activity / N. E. Khokhlov, A. R. Prokopov, A. N. Shaposhnikov [et al.] // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2015. – Vol. 48, № 9, 095001.

28. Ponomarenko V. I. A Radar Absorbing Structure on the Basis of Conducting Grids / V. I. Ponomarenko, I. M. Lagunov // Journal of Communications Technology and Electronics. – 2017. – Vol. 62, № 7. – P. 765–769.

29. Surface properties of nanoscale iron garnet films / T. B. Kosykh, A. S. Prosyakov, A. P. Pyatakov [et al.] // Solid State Phenomena. – 2015. – Vol. 233/234. – P. 678–681.

30. Stress-induced magnetic hysteresis in amorphous microwires probed by microwave giant magnetoimpedance measurements / V. V. Popov, V. N. Berzhansky, H. V. Gomonay [et al.] // Journal of Applied Physics. – 2013. – Vol. 113, Issue 17, 17A326.

31. Synthesis and conductive properties of nanoisland Sn, Al, and Cu films / S. V. Tomilin, V. N. Berzhansky, E. T. Milyukova [et al.] // Physics of the Solid State. – 2017. – Vol. 59, № 4. – P. 652–660.

32. Temperature dependence of Faraday rotation in microcavity 1D-MPCs containing magneto-optical layers with a compensation temperature / V. N. Berzhansky, A. V. Karavainikov,

T. V. Mikhailova [et al.] // Solid State Phenomena. – 2015. – Vol. 230. – P. 247–252.

33. The effect of Faraday rotation enhancement in nanolayered structures of Bi-substituted iron garnets / V. N. Berzhansky, A. N. Shaposhnikov, A. N. Karavainikov [et al.] // Solid State Phenomena. – 2013. – Vol. 200. – P. 233–238.

34. Three wave coupling and explosive instability of magneto-elastic excitations in FeBO3 single crystal / O. Yevstafyev, V. Preobrazhensky, P. Pernod [et al.] // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2012. – Vol. 323. – P. 1568–1573.

35. Transverse magnetic field impact on waveguide modes of photonic crystals / D. Sylgacheva, N. Khokhlov, A. Kalish [et al.] // Optics Letters. – 2016. – Vol. 41, Issue 16. – P. 3813–3816.

36. TomilinS. V. Features of the electrical conductivity of Fe, Ni, Ti, and Pt nanoisland films: Hysteresis and ion-field processes / S. V. Tomilin, V. N. Berzhansky, A. S. Yanovsky [et al.] // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2016. – Vol. 10, № 4. – P. 868–877.

37. Ultrathin and nanostructured Au films with gradient of effective thickness. Optical and plasmonic properties / S. V. Tomilin, V. N. Berzhansky, A. N. Shaposhnikov [et al.] // Journal of Physics. – 2016. – Vol. 741, № 1, 012113.

38. Vector magnetooptical sensor based ontransparent magnetic films with cubic crystallographic symmetry // A. E. Rogachev, P. M. Vetoshko, N. A. Gusev [et al.] // Applied Physics Letters. – 2016. – Vol. 109, № 16, 162403.

Патенты.

1. Пат. 167200 Российская Федерация, МПК G 02 F 1/09 (2006.01), B 82 B 1/00 (2006.01). Магнитооптический модулятор интенсивности света / Долгов А. И., Басиладзе Г. Д., Бержанский В. Н. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2016130256/28 ; заявл. 22.07.16 ; опубл. 27.12.16, Бюл. № 36.

2. Пат. 167244 Российская Федерация, МПК G 01 N 21/05 (2006.01). Устройство для определения содержания золота(III) в растворах / Федоренко А. А., Бержанский В. Н., Федорен-

ко А. М., Томилин С. В., Лагунов И. М. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2016110304/15 ; заявл. 21.03.16 ; опубл. 27.12.16, Бюл. № 36.

3. Пат. 167484 Российская Федерация, МПК G 02 F 1/00 (2006.01), G 02 F 1/09 (2006.01). Магнитооптический модулятор интенсивности света / Долгов А. И., Басиладзе Г. Д., Бержанский В. Н., Шапошников А. Н., Жарова Т. Г., Фурсенко Н. А. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2016130479 ; заявл. 25.07.16 ; опубл. 10.01.17, Бюл. № 1.

4. Пат. 167778 Российская Федерация, МПК G 01 N 21/43 (2006.01). Устройство для определения содержания титана(III) в растворах / Федоренко А. А., Бержанский В. Н., Федоренко А. М., Лагунов И. М., Томилин С. В. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2016100480 ; заявл. 11.01.16 ; опубл. 10.01.17, Бюл. № 1.

5. Пат. 169415 Российская Федерация, МПК G 02 F 1/09 (2006.01), B 82 B 1/00 (2006.01), B 82 Y 20/00 (2011.01). Магнитоплазмонный сенсор / Шапошников А. Н., Прокопов А. Р., Каравайников А. В., Бержанский В. Н., Михайлова Т. В. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2016117864 ; заявл. 05.05.16 ; опубл. 16.03.17, Бюл. № 8.

6. Пат. 169687 Российская Федерация, МПК G 01 N 21/00 (2006.01). Плазмон-поляритонный двухрезонансный датчик / Томилин С. В., Бержанский В. Н., Шапошников А. Н., Басиладзе Г. Д. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2016133766 ; заявл. 17.08.16 ; опубл. 28.03.17, Бюл. № 10.

7. Пат. 173144 Российская Федерация, МПК G 02 F 1/09 (2006.01). Магнитоплазмонный сенсор / Шапошников А. Н., Прокопов А. Р., Каравайников А. В., Бержанский В. Н., Михайлова Т. В. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2016147603 ; заявл. 05.12.16 ; опубл. 14.08.17, Бюл. № 23 .

8. Пат. 158802 Российская Федерация, МПК G 02 F 1/09 (2006.01), B 82 B 1/00 (2006.01), B 82 Y 20/00 (2011.01). Плазмонный магнитофотонный кристалл / Шапошников А. Н.,

Прокопов А. Р., Каравайников А. В., Михайлова Т. В., Бержанский В. Н. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2015135428/05; заявл. 20.08.15 ; опубл. 20.01.16, Бюл. № 2.

9. Пат. 161388 Российская Федерация РФ, МПК G 02 F 1/09 (2006.01). Магнитооптический модулятор интенсивности света / Басиладзе Г. Д., Бержанский В. Н., Долгов А. И. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2016100481/28 ; заявл. 11.01.16 ; опубл. 20.04.16, Бюл. № 11.

10. Пат. 154720 Российская Федерация РФ, МПК G 02 F 1/09. Магнитоплазмонный кристалл / Шапошников А. Н., Прокопов А. Р., Каравайников А. В., Белотелов В. И. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014146608/05 ; заявл. 19.11.14 ; опубл. 10.09.15, Бюл. № 25.

11. Пат. 154764 Российская Федерация РФ, МПК G 02 F 1/09. Плазмонный магнитофотонный кристалл / Шапошников А. Н., Прокопов А. Р., Каравайников А. В., Барьяхтар В. Г. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014146609/05 ; заявл. 19.11.14 ; опубл. 10.09.15, Бюл. № 25.

12. Пат. 149921 Российская Федерация РФ, МПК G 02 F 1/00. Магнитооптический вращатель плоскости поляризации света / Басиладзе Г. Д., Долгов А. И., Бержанский В. Н., Фурсенко Н. А. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149430/93; заявл. 03.10.14 ; опубл. 20.01.15, Бюл. № 2.

13. Пат. 150134 Российская Федерация РФ, МПК G 02 F 1/00. Волоконный магнитооптический переключатель / Долгов А. И., Басиладзе Г. Д., Бержанский В. Н., Долгова Н. А. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149457/93 ; заявл. 20.10.14 ; опубл. 27.01.15, Бюл. № 3.

14. Пат. 150344 Российская Федерация РФ, МПК G 02 F 1/09. Волоконный магнитооптический переключатель / Долгов А. И., Басиладзе Г. Д., Бержанский В. Н., Долгова Н. А. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014150195/93 ; заявл. 29.10.14 ; опубл. 10.02.15, Бюл. № 4 ;

15. Пат. 150130 Российская Федерация РФ, МПК C 30 B 30/00. Плазмонный магнитофотонный кристалл / Шапошни-

ков А. Н., Бержанский В. Н., Прокопов А. Р., Каравайников А. В ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149449/93 ; заявл. 08.10.14 ; опубл. 27.01.15, Бюл. № 3.

16. Пат. 150125 Российская Федерация РФ, МПК C 30 B 30/00. Фотовольтаическая ячейка / Шапошников А. Н., Каравайников А. В., Прокопов А. Р. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149440/93 ; заявл. 08.10.14 ; опубл. 27.01.15, Бюл. № 3 .

17. Пат. 150342 Российская Федерация РФ, МПК G 01 N 27/90. Устройство для магнитооптической визуализации дефектов в электропроводящих материалах / Бержанский В. Н., Вишневский В. Г., Недвига А. С., Нестерук А. Г., Панков Ф. Н. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014150189/93; заявл. 27.10.14 ; опубл. 10.02.15, Бюл. № 4.

18. Пат. 150346 Российская Федерация РФ, МПК G 02 B 5/00. Сплавной волоконно-оптический разветвитель конфигурации 1×2 / Николаев Е. Я., Басиладзе Г. Д., Долгов А. И., Николаев К. Е. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014150398/93 ; заявл. 10.11.14 ; опубл. 10.02.15, Бюл. № 4.

19. Пат. 149917 Российская Федерация РФ, МПК H 01 L 31/00. Плазмонный солнечный элемент / Шапошников А. Н., Бержанский В. Н., Прокопов А. Р., Каравайников А. В. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149421/93 ; заявл. 03.10.14 ; опубл. 20.01.15, Бюл. № 2.

20. Пат. 150129 Российская Федерация РФ, МПК C 30 B 30/00. Магнитофотонный кристалл микрорезонаторного типа / Шапошников А. Н., Прокопов А. Р., Каравайников А. В. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149447/93 ; заявл. 08.10.14 ; опубл. 27.01.15, Бюл. № 3.

21. Пат. 149920 РФ, МПК C 30 B 30/00. Магнитофотонный кристалл микрорезонаторного типа / Шапошников А. Н., Прокопов А. Р., Каравайников А. В., Харченко Н. Ф. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149428/93 ; заявл 03.10.14 ; опубл. 20.01.15, Бюл. № 2.

22. Пат. 150131 Российская Федерация РФ, МПК C 30 B 30/00. Одномерный магнитофотонный кристалл / Шапошников А. Н., Прокопов А. Р. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149452/93 ; заявл. 20.10.14 ; опубл. 27.01.15, Бюл. № 3 .

23. Пат. 150132 Российская Федерация РФ, МПК C 30 B 30/00. Магнитофотонный кристалл / Шапошников А. Н., Каравайников А. В., Прокопов А. Р. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149453/93 ; заявл. 20.10.14 ; опубл. 27.01.15, Бюл. № 3 .

24. Пат. 150133 РФ, МПК G 02 F 1/00. Волоконный магнитооптический переключатель / Долгов А. И., Басиладзе Г. Д., Бержанский В. Н. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149455/93; заявл. 20.10.14 ; опубл. 27.01.15, Бюл. № 3 .

25. Пат. 150135 Российская Федерация РФ, МПК G 02 F 1/01. Магнитооптический вращатель плоскости поляризации света / Басиладзе Г. Д., Долгов А. И., Бержанский В. Н. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149458/93 ; заявл. 20.10.14 ; опубл. 27.01.15, Бюл. №.

26. Пат. 2541443 Российская Федерация РФ, МПК C 30 B 29/28. Магнитофотонный кристалл / Шапошников А. Н., Прокопов А. Р., Каравайников А. В. ; заявитель и патентообладатель КФУ им. В. И. Вернадского. – № 2014149433/93 ; заявл. 03.10.14 ; опубл. 10.02.15, Бюл. № 4.

27. Пат. 87150 Украина, МПК G 02 F 1/00. Магнитооптический вращатель плоскости поляризации света / Басиладзе Г. Д., Долгов А. И., Бержанский В. Н., Фурсенко Н. А. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201309450 ; заявл. 29.07.13 ; опубл. 27.01.14, Бюл. № 2.

28. Пат. 87156 Украина, МПК C 30 B 30/00. Способ получения пленок Bi-содержащего феррит-граната с заданной шероховатостью поверхности / Прокопов А. Р., Шапошников А. Н., Каравайников А. В., Шарай И. В., Барьяхтар В. Г. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201309479 ; заявл. 29.07.13 ; опубл. 27.01.14, Бюл. № 2.

29. Пат. 78869 Украина, МПК G 01 N 1/00. Способ получения магнитооптического материала / Бержанский В. Н., Вишневский В. Г., Недвига А. С., Шумилов А. Г. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201207910 ; заявл. 26.06.12 ; опубл. 10.04.13, Бюл. № 7.

30. Пат. 78894 Украина, МПК C 30 B 29/28. Наноструктура / Шапошников А. Н., Прокопов А. Р., Бержанский В. Н., Каравайников А. В. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201208753 ; заявл. 16.07.12 ; опубл. 10.04.13, Бюл. № 7.

31. Пат. 78935 Украина, МПК G 02 F 1/00. Волоконный магнитооптический переключатель / Долгов А. И., Басиладзе Г. Д., Бержанский В. Н., Долгова Н. А. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201209568 ; заявл. 06.08.12 ; опубл. 10.04.13, Бюл. № 7.

32. Пат. 75525 Украина, МПК G 02 F 1/09. Волоконный магнитооптический переключатель / Долгов А. И., Басиладзе Г. Д., Бержанский В. Н., Долгова Н. А. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201204154 ; заявл. 4.04.12 ; опубл. 10.12.12, Бюл. № 23.

33. Пат. 75526 Украина, МПК C 30 B 30/00. Плазмонный магнитофотонный кристалл / Шапошников А. Н., Бержанский В. Н., Каравайников А. В., Прокопов А. Р. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201204155 ; заявл. 4.04.12 ; опубл. 10.12.12, Бюл. № 23.

34. Пат. 75595 Украина, МПК C 30 B 30/00. Фотовольтаическая ячейка / Шапошников А. Н., Каравайников А. В., Прокопов А. Р. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201205421; заявл. 3.05.12 ; опубл. 10.12.12, Бюл. № 23.

35. Пат. 75622 Украина, МПК C 30 B 30/00. Способ получения плазмонного солнечного элемента / Шапошников А. Н., Юркова И. Н., Бержанский В. Н., Каравайников А. В., Прокопов А. Р. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201205822 ; заявл. 14.05.12 ; опубл. 10.12.12, Бюл. № 23.

36. Пат. 73174 Украина, МПК G 01 N 27/90. Устройство для магнитооптической визуализации дефектов в электропроводящих материалах / Бержанский В. Н., Вишневский В. Г., Недвига А. С., Нестерук А. Г., Панков Ф. Н. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201203668 ; заявл. 26.03.12 ; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17.

37. Пат. 73173 Украина, МПК G 02 B 5/00. Сплавной волоконно-оптический разветвитель конфигурации 1×2 / Николаев Е. Я., Басиладзе Г. Д., Долгов А. И., Николаев К. Е. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201203667 ; заявл. 26.03.12 ; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17.

38. Пат. 73170 Украина, МПК H 01 L 31/00. Плазмонный солнечный элемент / Шапошников А. Н., Бержанский В. Н., Прокопов А. Р., Каравайников А. В. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201203663 ; заявл. 26.03.12; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17.

39. Пат. 99165 Украина, МПК C 30 B 29/28. Магнитофотонный кристалл / Шапошников А. Н., Прокопов А. Р., Каравайников А. В. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201009031 ; заявл. 19.07.10 ; опубл. 25.07.12, Бюл. № 14.

40. Пат. 70833 Украина, МПК G 02 F 1/01. Магнитооптический вращатель плоскости поляризации света / Басиладзе Г. Д., Долгов А. И., Бержанский В. Н. ; заявитель и патентообладатель ТНУ им. В. И. Вернадского. – № u201114805 ; заявл. 13.12.11 ; опубл. 25.06.12, Бюл. № 12.

Научное издание

НАУЧНАЯ ШКОЛА
«ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ»

В авторской редакции

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 3,3. Тираж 50 экз.

Отпечатано с оригинал-макета в типографии ИТ «АРИАЛ»
295034, Республика Крым, г. Симферополь,
ул. Севастопольская, 31-а/2,
тел.: +7 978 71 72 901, e-mail: it.arial@yandex.ru
www.arial.3652.ru