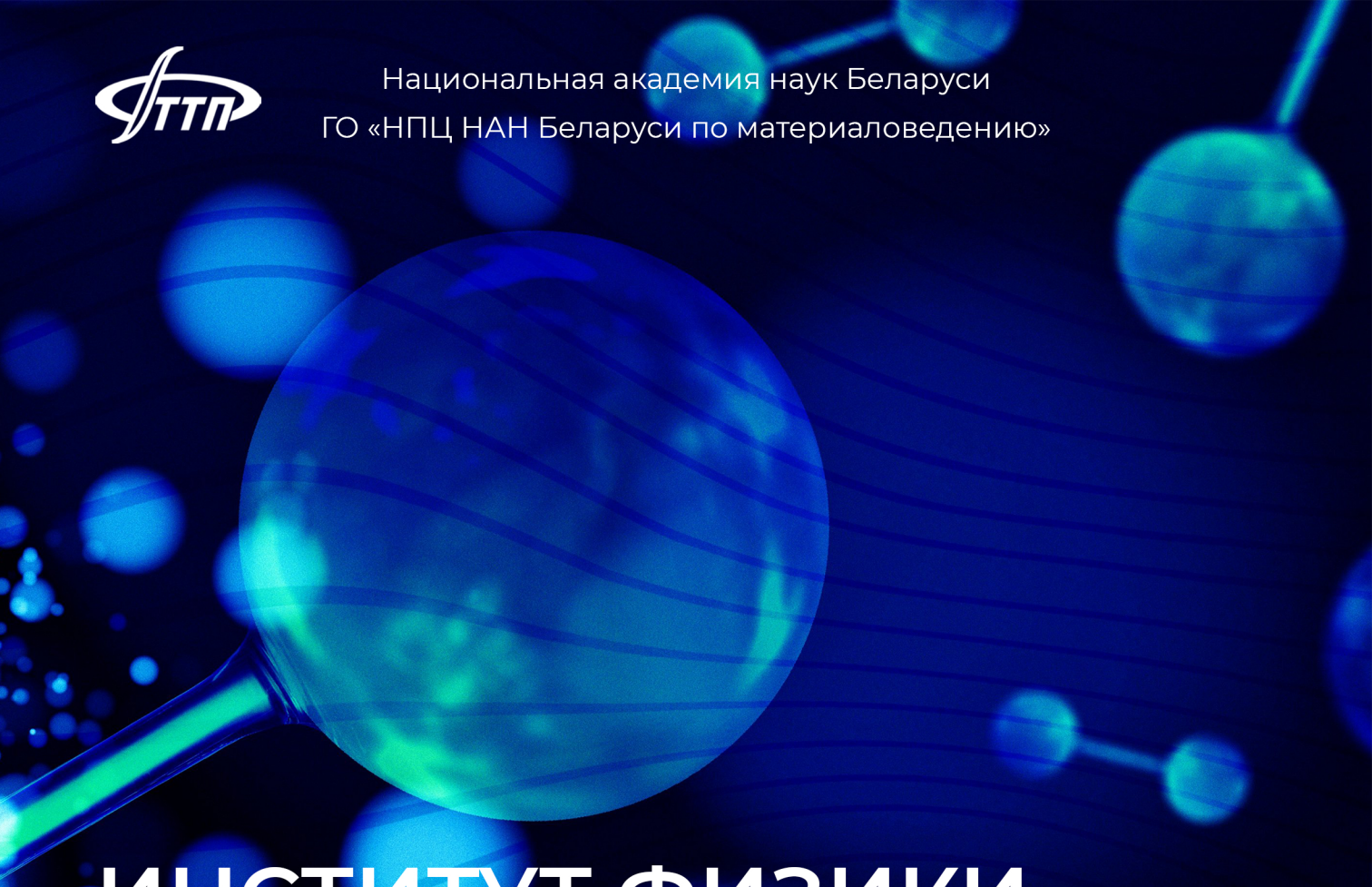
Национальная академия наук Беларуси
ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»



ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Минск, 2026

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

Государственное научно-производственное объединение
«Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению»
(Институт физики твердого тела и полупроводников)





ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»
Минск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

4 Руководство

6 Наша история

12 Структура организации

14 Награды

16 Подразделения

26 Основные разработки

42 Наше оборудование

РУКОВОДСТВО

ГО «НПЦ НАН Беларуси
по материаловедению»

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР

Является одним из ведущих учёных в области физики твёрдого тела.

Посвятил свою научную карьеру исследованию наноразмерных магнитных структур.

Под его руководством и при непосредственном участии был выполнен целый ряд фундаментальных и прикладных работ, результатом которых стало более 400 научных публикаций.



Федосюк Валерий Михайлович

Заслуженный деятель науки,
член-корреспондент НАН Беларуси,
доктор физико-математических наук,
профессор

Тел.: +375-17-322-27-91

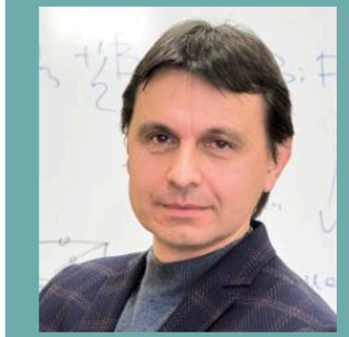
E-mail: fedosyuk@physics.by



Игнатенко Олег Владимирович

Заместитетель генерального директора
по научной и инновационной работе
кандидат физико-математических наук,
доцент

тел. +375-17-227-75-14
e-mail: ignatenko@physics.by



Карпинский Дмитрий Владимирович

Заместитетель генерального директора по научной и инновационной работе
доктор физико-математических наук,
доцент
тел. +375-17-378-28-14
e-mail: karpinsky@physics.by



Маркевич Сергей Александрович

Ученый секретарь
кандидат физико-математических наук

тел. +375-17-355-31-40
e-mail: sergmarkevich@gmail.com

Контакты

Республика Беларусь,
220072, г. Минск,
ул. Петруся Бровки, 19.

тел./факс +374-17-215-15-58
e-mail: priemnaya@physics.by

Сайт

www.physics.by

НАША ИСТОРИЯ

У истоков создания Института физики твердого тела и полупроводников (в 2007 г. преобразован в Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению») стоял выдающийся ученый-материаловед – академик Николай Николаевич Сирота. Начиная практически с нуля, он создал крупный, хорошо известный в мире научный центр. Приехав из Москвы в Минск, в 1956 году Н.Н. Сирота избирается академиком АН БССР и в январе 1959 года с благословения и при поддержке А.Ф. Иоффе организует самостоятельный отдел при Президиуме АН БССР – Отдел физики и химии твердого тела и полупроводников, который 5 ноября 1963 года Постановлением Совета Министров БССР преобразуется в Институт физики твердого тела и полупроводников. В самые сжатые сроки были сформированы направления научной деятельности Института, которые во многом остаются актуальными и в настоящее время.



Сирота Николай Николаевич,
Академик АН БССР,
директор с 1963 по 1975 гг.



К ним относятся динамика кристаллической решетки, термодинамика кристаллов, физика магнитных материалов, физика полупроводников, физика радиационных воздействий, физика высоких давлений и сверхтвердых материалов, физика сверхпроводников и сверхчистых металлов, а также рост кристаллов, активационный и химический анализы. Созданная материально-техническая база Института по ряду позиций была уникальной. В 1964 году введены в строй криогенные установки, впервые в Беларуси получившие жидкий гелий и водород. Собраны установки для исследований в сильных магнитных полях при низких температурах.

Разработана оригинальная аппаратура высокого давления, позволившая освоить синтез алмаза и кубического нитрида бора. Запущены уникальные установки по выращиванию кристаллов и синтезу материалов в виде керамики и тонких пленок. Уже в 1963 году Институт стал головной организацией в СССР по проблеме химической связи в кристаллах. Его развивали выдающиеся руководители. Директором Института был академик НАН Беларуси Борис Борисович Бойко — заслуженный деятель науки БССР, лауреат Государственной премии. Его преемником стал академик НАН Беларуси Николай Михайлович Олехнович, заслуженный деятель науки Республики Беларусь.



Бойко Борис Борисович,
Академик НАН Беларуси,
директор с 1975 по 1993 гг.



Олехнович Николай Михайлович,
Академик НАН Беларуси,
директор с 1993 по 2004 гг.

Разработанные методы расчета электронной плотности позволили построить ее карты для кристаллов с различными типами межатомного взаимодействия и получить новые сведения о природе химической связи. Николай Сирота был одним из инициаторов строительства в Беларуси исследовательского атомного реактора, что обеспечило исследования на современном уровне в области магнитной нейтронографии, радиационных воздействий и активационного анализа. Работы по радиационной физике твердого тела привели к созданию технологий с многочисленными практическими применениями. Развитая база по росту кристаллов позволила получать высокосовершенные лазерные элементы. С помощью техники высоких давлений и температур проводились комплексные исследования синтеза сверхтвердых материалов: построены фазовые диаграммы в системе «давление-температура», выяснены механизмы образования кристаллов алмаза и кубического нитрида бора.

Эти работы легли в основу производства сверхтвердых материалов в республике. Ввод в действие атомного реактора позволил развернуть исследования с использованием дифракции нейтронов. Были построены фазовые диаграммы магнитного состояния систем твердых растворов на основе теллуридов, селенидов, сульфидов переходных элементов и установлены механизмы их магнитного упорядочения. Криогенные установки послужили основой для исследований при низких температурах. Построена физическая модель протекания тока в гиперпроводнике из высокочистого алюминия, показана возможность генерации сильных магнитных полей в малогабаритных системах для космических аппаратов. После открытия ВТСП в Институте синтезированы новые сверхпроводники с температурой перехода 120 К, разработаны методы их получения в виде керамики, пленок и монокристаллов. Исследования в области физики полупроводников дали большой практический выход.

НАША ИСТОРИЯ



Экспозиция «Натрий-графеновый аккумулятор»

Основные направления научной, научно-технической и инновационной деятельности НПЦ по материаловедению включают изучение структуры и физических свойств конденсированных сред, создание новых магнитных, сегнетоэлектрических, полупроводниковых, сверхпроводящих и сверхтвердых материалов и композитов, нелинейнооптических кристаллов, наноматериалов и наноструктур, разработку и освоение в производстве новых видов конкурентоспособной продукции. В области фундаментальных и прикладных научных исследований в 2024 году разработана технология и теоретически обоснован механизм улучшения электрических и магнитных свойств новых электрокерамических материалов с метастабильной структурой на основе сложных оксидов переходных металлов, востребованных современной микроэлектронной промышленностью.

Впервые при температурах 6–300 К достоверно определена ширина запрещенной зоны и установлены механизмы излучательной рекомбинации в тонких пленках прямозонного полупроводникового соединения $Cu_2ZnSnSe_4$ со структурой кестерита. Предложен и развит новый метод получения графена и родственных ему углеродных структур, используемых для создания компонентов катодов и анодов в натрий-ионных аккумуляторах, резистивных элементов для гибких нагревателей, теплоотводящих элементов в электронике, а также сорбентов для устранения загрязнений воды и почвы. В Институте активно проводится политика по упрочению связи фундаментальной науки и производства. В 2023–2024 годах выполнен крупнейший в истории НАН Беларуси контракт с российской компанией на сумму более 20 миллионов долларов по созданию многослойных магнитомягких покрытий для экранирования от электромагнитных помех узлов микроэлектроники ракетно-космической техники.



Электромагнитные экраны



Установка высокого давления для синтеза монокристаллов алмазов

Созданные в центре электромагнитные экраны обеспечивают электромагнитную совместимость электронных устройств и используются на космических аппаратах международного уровня.

Развиты новые технологии синтеза сверхтвердых материалов, с использованием которых выпускается обрабатывающий инструмент, применяемый на ведущих машиностроительных предприятиях страны.

Для закрытия потребностей национальной экономики в обрабатывающем инструменте на базе центра создан Инжиниринговый сервисный центр по сверхтвердым материалам.

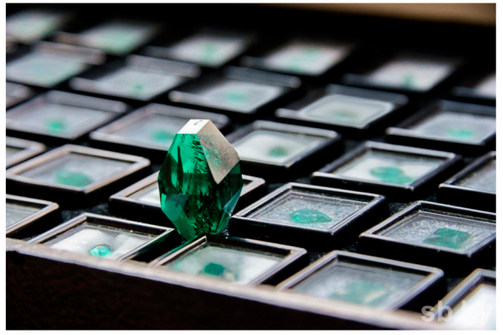
Разработана и освоена технология выпуска композиционного магнитомягкого материала и изделий на его основе — магнитопроводов для трансформаторов, дросселей, электродвигателей и электрогенераторов.

Отраслевая лаборатория радиационных воздействий НПЦ по материаловедению в тесном взаимодействии с ОАО «Интеграл» является частью технологической цепочки производства микросхем и испытательной площадкой на устойчивость к ионизирующему излучению.

В центре успешно ведутся научно-технические работы по созданию натрий-графеновых аккумуляторов для электротранспорта.

В 2024 году завершена разработка компонентов и создан прототип накопительного устройства. Созданные аккумуляторы стабильно работают в диапазоне температур от –20 до +40 °С, что исключает необходимость в системах терморегулирования.

Согласно результатам переговоров с китайскими коллегами, существует перспектива создания совместного предприятия по производству автономных источников электроэнергии на основе натриевых батарей.



Белорусский изумруд

НАША ИСТОРИЯ

В 2004 году 17 августа на должность генерального директора Института был назначен Федосюк Валерий Михайлович.

В 2007 году Институт преобразован в Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению».

В настоящее время Институт обладает высоким научно-техническим потенциалом, имеет современную научно-исследовательскую базу, новейшие образцы экспериментального и производственного оборудования.



Федосюк Валерий Михайлович

Институт поддерживает активное научно-техническое сотрудничество с организациями ближнего и дальнего зарубежья.

Совместно с зарубежными университетами и научными центрами ведутся работы по созданию перспективных материалов для спинтроники и магнитоэлектроники, включая мультиферроики и структуры с гигантским магнитосопротивлением.

С российскими партнерами, включая ведущие научные центры и предприятия оборонно-промышленного комплекса, развиваются технологии защитных покрытий для космической и авиационной техники, создаются магнитоплазмонные метаматериалы и наноструктуры для инфракрасных светодиодов.

Установлены прочные деловые контакты с промышленными предприятиями в области перспективных разработок, включая стелс-технологии, новые типы аккумуляторов и композитные материалы для различных отраслей промышленности.

Научная деятельность центра также проявляется в организации крупных международных форумов — за последние пять лет проведена серия научных конференций, посвященных актуальным проблемам физики твердого тела.

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» представляет собой крупное объединение, в состав которого входят 7 научных ипроизводственных организаций, что обеспечивает полный цикл от фундаментальных исследований до внедрения готовых технологий.

ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»

Директор – Залесский Виталий Геннадьевич, доктор физико-математических наук

Тел.: +375-17-367-60-10
E-mail: v.zalesski@phti.by

ГНУ «Институт механики металло-полимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси»

Директор – Кривогуз Юрий Михайлович, доктор технических наук, доцент

Тел.: + 375-232-34-06-41,
E-mail: mpri@mpri.org.by

ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси»

Директор – Жигалов Анатолий Николаевич, доктор технических наук, доцент

Тел.: +375-222-64-93-27
E-mail: info@itm.by

ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси»

Директор – Рубаник Василий Васильевич, доктор технических наук, доцент

Тел.: +375-212-33-19-41,
E-mail: luyda@physics.by

ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси»

Директор – Хейфец Михаил Львович, доктор технических наук, профессор

Тел.: +375-17-357-67-94,
E-mail: kheifetz@iaph.bas-net.by

РПУП «Феррит»

Директор – Шамбалев Виктор Николаевич, кандидат физико-математических наук

Тел.: +375-17-379-13-21
E-mail: info@ferrit.by

РПУП «Элкерм»

Директор – Шелковский Алексей Михайлович

Тел.: +375-17-284-11-55

E-mail: 2841155@bk.ru

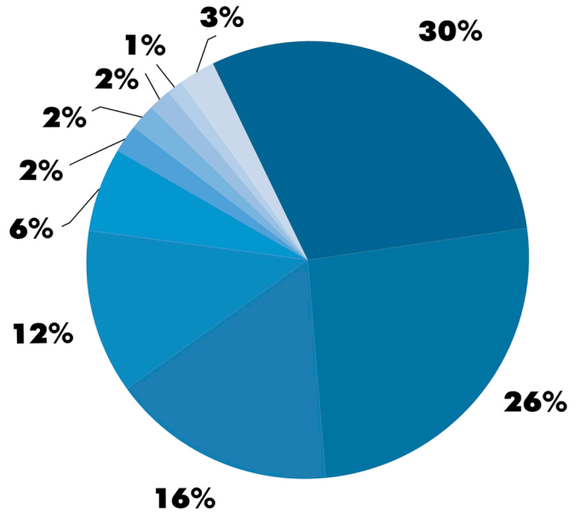
СТРУКТУРА ОГРАНИЗАЦИИ

В Институте работает 151 чел., из них 1 член-корреспондент, 1 академик, 7 докторов наук, 41 кандидатов наук и 47 молодых ученых.

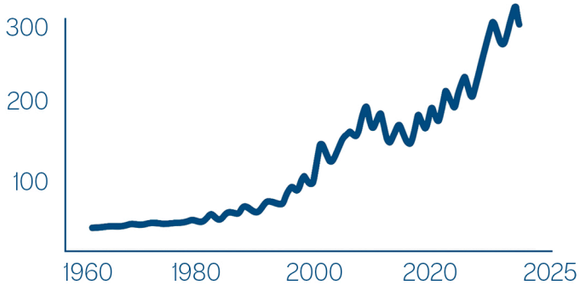
Фундаментальные и прикладные исследования ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» осуществляются в 10 научных подразделениях (лабораториях и отделах), среди которых:

- Лаборатория теории твердого тела
- Лаборатория физико-химических технологий
- Лаборатория оксидных материалов
- Лаборатория физики магнитных пленок
- Лаборатория физики высоких давлений сверхтвердых материалов с опытным производством
- Лаборатория оптической спектроскопии и полупроводников
- Отраслевая лаборатория радиационных воздействий
- Лаборатория физики полупроводников
- Лаборатория физики магнитных материалов
- Лаборатория электронной керамики

Круговая диаграмма наглядно демонстрирует распределение ключевых направлений научной деятельности Центра. Процентное соотношение показывает приоритетные тематики, такие как материаловедение (30 %), инженерия (26 %), компьютерные технологии (16 %) и тд.



В Институте действует аспирантура и докторантура по специальностям 0 1.04.07 - физика конденсированного состояния и 01.04.10 - физика полупроводников; работает совет по защите диссертаций Д 01.06.01.



Ежегодно научные сотрудники Центра публикуют в международных рецензируемых журналах около 250 научных работ, индексируемых в базе данных Scopus.

Это демонстрирует стабильно высокий вклад нашего института в мировую науку о материалах.

НАГРАДЫ

Сотрудниками Института получены **8** грантов Президента Республики Беларусь, **25** стипендий молодым ученым Президента Республики Беларусь, **6** молодых ученых стали лауреатами премии имени академика Ж.И. Алферова, **7** человек – лауреаты конкурса «100 молодых талантов НАН Беларуси».

1980 г. Государственная премия БССР за цикл работ «Исследование и разработка методов использования излучений в технологии полупроводниковых приборов и их внедрение в производство» (авторский коллектив: Ф.П. Коршунов, Н.Н. Косолапов, В.А. Солодуха).

1990 г. Государственная премия БССР за монографию «Отражение света от усиливающих и нелинейных сред» (авторский коллектив: Б.Б. Бойко, Н.С. Петров).

1992 г. Государственная премия БССР за цикл работ «Разработка научных основ синтеза сверхтвердых инструментальных материалов» (авторский коллектив: А.М. Мазуренко, А.А. Лаусенко, В.В. Ничипор, Э.Б. Ракицкий, М.А. Козловский).

1997 г. Премия президентов Академий наук Беларуси, Украины и Молдовы присуждена за работу «Технология получения, физические свойства и применение полупроводниковых кристаллов соединений группы A2B5» (авторский коллектив: А.У. Шелег, В.М. Трухан, совместно с сотрудниками НАНУ и АНРМ).

2001 г. Премия им. академика В.А. Коптюга за работу «Исследование явления колоссального магнитосопротивления в сульфидах 3d-элементов» (авторский коллектив: Г.И. Маковецкий, К.И. Янушкевич).

2004 г. Государственная премия Республики Беларусь за цикл работ «Магнитные структуры и физические свойства многокомпонентных систем с переходными и редкоземельными элементами, разработка новых магнитных материалов, создание и производство элементов и устройств электронной техники» (авторский коллектив: Г.И. Маковецкий, Г.А. Говор, В.М. Рыжковский, И.О. Троянчук, В.М. Федосюк, В. Н. Шамбалёв).

2014 г. Премия Алферовского фонда за работу «Многослойные пленочные, нанаразмерные и композиционные материалы для экранирования устройств микроэлектронной техники от магнитных и электромагнитных полей естественного и искусственного происхождения (А.В. Труханов).

2015 г. Премия Российской академии наук и Национальной академии наук Беларуси за цикл работ «Материалы и пленочные гетероструктуры для устройств спинтроники и магноники» (авторский коллектив: В.М. Федосюк, А.В. Труханов).

2015 г. Премия им. В.А. Коптюга за работу «Электронные и магнитные фазовые переходы в катион-анион замещённых халькогенидах марганца» (авторский коллектив: Г.И. Маковецкий, К.И. Янушкевич, А.И. Галяс, О.Ф. Демиденко).

2016 г. Премия им. В.А. Коптюга за работу «Оптическая спектроскопия и электронная наноструктура Ge/Si с молекулами из квантовых точек Ge» (авторский коллектив: А.В. Мудрый, В.Д. Живулько).









2016 г. Государственная премия Республики Беларусь за работу «Разработка и организация промышленного производства экспортно-ориентированных микроэлектронных изделий двойного и специального назначений на основе создания современных методов проектирования п олупроводниковых технологий и высокоточного аналитического и сборочного оборудования» (авторский коллектив: С.С. Грабчиков и представители других организаций).

2019 г. Премия им. Академика Ж.И. Алфёрова для молодых учёных НАН Беларуси за цикл работ «Оптимизация условий синтеза электрохимических функциональных материалов для практических применений» (Д.И. Тишкевич).

2020 г. Премия им. Академика Ж.И. Алфёрова для молодых учёных НАН Беларуси за цикл работ «Корреляция условий электрохимического синтеза, структуры и функциональных свойств наноструктурированных материалов для практических применений» (Т.И. Зубарь).

2021 г. Премия им. Академика Ж.И. Алфёрова для молодых учёных НАН Беларуси за цикл работ «Разработка и синтез новых мультиферроидных гетероструктур с функциональными СВЧ характеристиками, востребованными для практического применения в качестве новых элементов базы магноники и микроэлектроники» (А.И. Серокурова).

2021 г. Премия Союзного государства за разработку и создание высокоэффективных систем электромагнитной защиты, нового поколения датчиков потоков космических приборов с улучшенными эксплуатационными характеристиками» (авторский коллектив: А.В. Труханов и С.С. Грабчиков).

2022 г. Премия им. Академика Ж.И. Алфёрова для молодых учёных НАН Беларуси за цикл работ «Разработка технологии синтеза, комплексное исследование фазовых превращений и физических свойствмагнитных материалов на основе сложных оксидов переходных металлов и композиционных наноструктур в моно- и поликристаллических состояниях» (А.Л. Желудкевич).

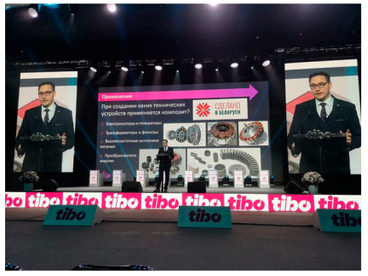
2025 г. Премия Союзного Государства молодым ученым за цикл работ «Физические и электрохимические технологии синтеза низкоразмерных функциональных материалов и структур для систем сенсорики» (авторский коллектив: Т.И. Зубарь, Д.И. Тишкевич, И.В. Кубасов, А.В. Турутин).

2025 г. Премия им. Академика Ж.И. Алфёрова для молодых учёных НАН Беларуси за цикл работ «Разработка методов синтеза и установление закономерностей формирования структуры и физических свойств новых магнитных многокомпонентных систем с переходными и редкоземельными элементами, востребованных для создания изделий и устройств электронной техники» (Г.С. Римский).

Также нашими сотрудниками получены: медаль Францыска Скарыны (В.М. Федосюк, 2004 г.; О.В. Игнатенко, 2023 г.; А.В. Труханов, 2023 г.), нагрудный знак им. У.М. Игнатовского и Орден Отечества 3-ей степени (В.М. Федосюк, 2019 г.), медаль «Лучший молодой ученый - 2021» Содружества Независимых Государств за вклад в развитие науки и образования (А.В. Станчик, 2021 г.), медаль «За трудовые заслуги» (С.С. Грабчиков, 2023 г.). Институт занесен на Республиканскую доску почета в 2013 г. и Доску почета НАН Беларуси в 2012, 2015, 2016, 2017, 2018, 2022, 2024 гг..







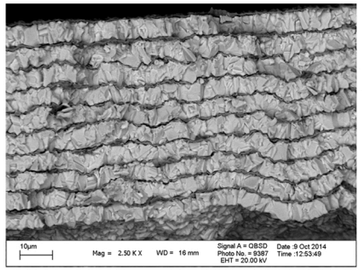


ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

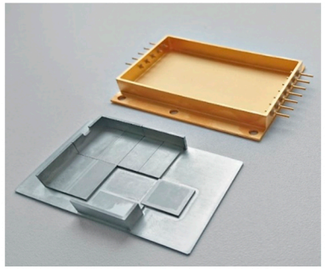
Лаборатория физики магнитных пленок

Руководитель лаборатории – Федосюк Валерий Михайлович, заслуженный деятель науки, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор физ.-мат. наук, профессор

Тел.: +375-17-356-11-85,
E-mail: fedosyuk@physics.by



СЭМ-изображение материала на основе висмута и алюминия



Многокристальный корпус, изготовленный по технологии система в корпусе

Лаборатория проводит теоретические и экспериментальные исследования в области магнетизма тонкопленочных материалов, изучая условия синтеза, структуру и функциональные свойства наноструктурированных, композиционных и многослойных пленок на основе металлов группы Fe и сложных оксидов. Ключевым направлением является разработка технологий и материалов для создания многослойных и композиционных структур, предназначенных для защиты радиоэлектронной аппаратуры, биологических объектов от воздействия электромагнитных излучений.

Параллельно ведутся исследования по синтезу, анализу структуры и оптимизации эффективности композиционных и гетерогенных материалов для радиационной защиты.

Усилия сфокусированы на материалах на основе вольфрама и их комбинаций с висмутом, медью, графеном, полимерами и оксидами.

Целью работ является создание локальной радиационной защиты электронных компонентов космической аппаратуры от ионизирующих излучений путем оптимизации состава, внутреннего строения и массогабаритных характеристик материалов.

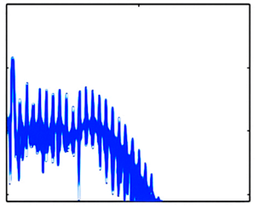
Важным направлением деятельности также является разработка методов ионно-лучевой инженерии, совместимых со стандартными микроэлектронными технологиями.

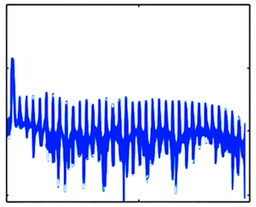
Эти методы направлены на формирование наноразмерных слоев металлов и металлооксидов на различных подложках для применения в перспективных устройствах магнитной и спинволновой спинтроники.

Лаборатория теории твердого тела

Руководитель лаборатории – Сайко Александр Петрович, доктор физ.-мат. наук

Тел.: +375-17-378-12-14,
E-mail: saiko@physics.by





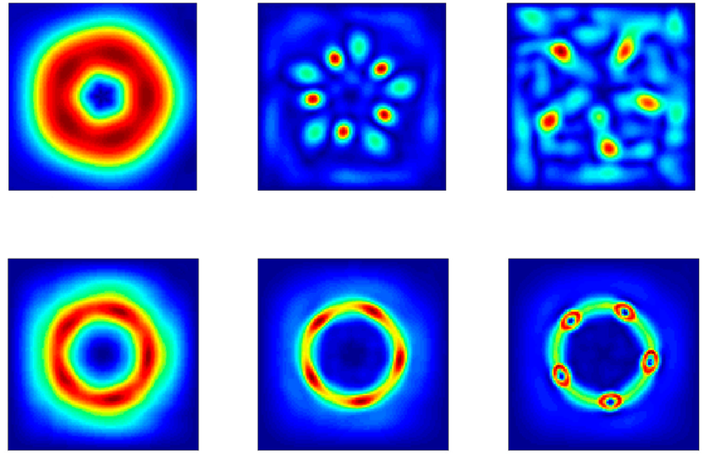
Спектры генерации боковых полос высокого порядка оптомеханической системы

Лаборатория проводит передовые теоретические исследования в области квантовой физики и фотоники. Основные направления включают изучение диссипативной динамики кубитов, моделирование квантовых транзисторов и разработку теоретических основ для управления световыми импульсами в нелинейных средах.

Особое внимание уделяется исследованию оптомеханических систем, нелинейной терагерцовой оптике и разработке новых методов характеризации материалов.

Научная деятельность охватывает как фундаментальные аспекты квантовых явлений, так и прикладные задачи лазерной диагностики и оптогенетики.

Включая изучение электромагнитных процессов в магнетиках.



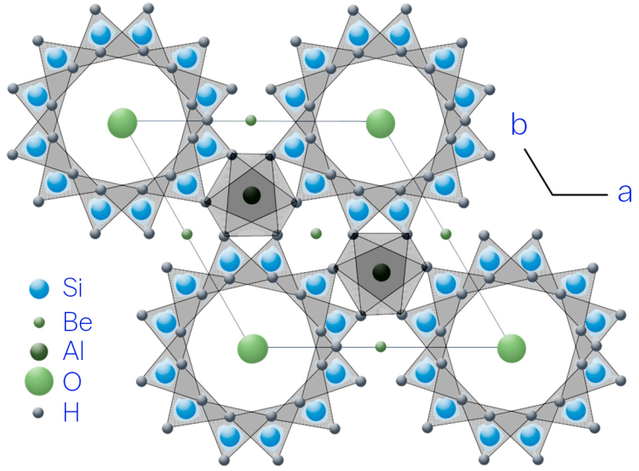
Моделирование прохождения вихревых импульсных пучков в нелинейных средах

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

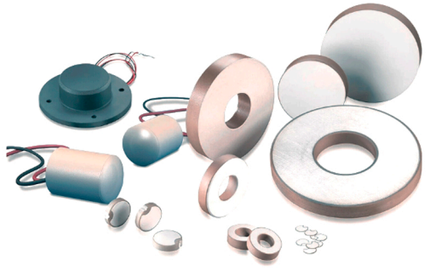
Лаборатория оксидных материалов

Руководитель лаборатории – Карпинский Дмитрий Владимирович, зам. ген. директора по науч. и инновац. раб., доктор физ.-мат. наук, доцент

Тел.: +375-17-378-28-14,
E-mail: karpinsky@physics.by



$Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$



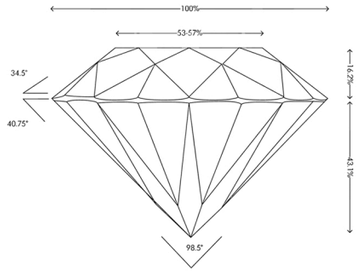
Лаборатория проводит комплексные исследования в области функциональных оксидных материалов, объединяя фундаментальную науку и прикладные разработки. В сфере фундаментальных исследований мы изучаем взаимосвязь между кристаллической структурой и свойствами сложных оксидов для создания новых материалов для спинтроники, а также занимаемся ростом и анализом монокристаллов для микроэлектроники.

На прикладном уровне лаборатория специализируется на разработке технологий и мелкосерийном производстве синтетических драгоценных камней, таких как изумруд и сапфир, а также монокристаллов для лазерной техники.

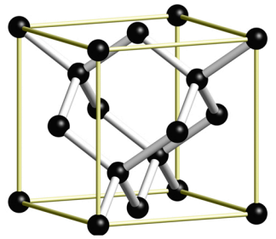
Важным направлением является создание новых функциональных керамик с перспективными магнитотранспортными и пьезоэлектрическими свойствами и модернизация оборудования для их выращивания.

Лаборатория физики высоких давлений и сверхтвердых материалов с опытным производством

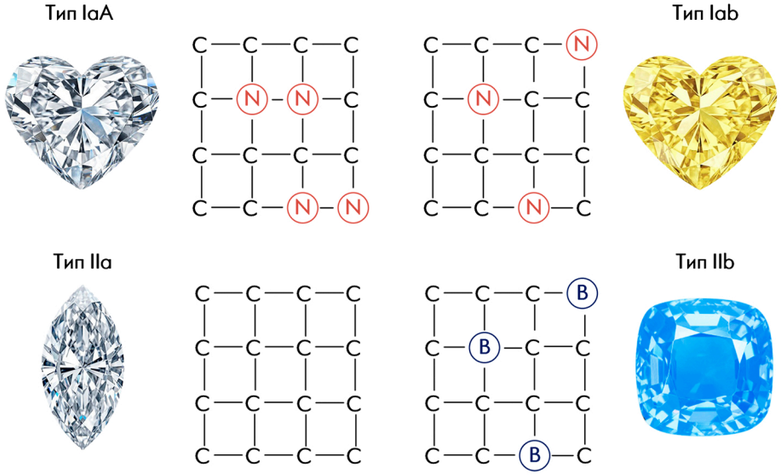
Руководитель лаборатории – Игнатенко Олег Владимирович, зам. ген. директора по науч. и инновац. раб., кандидат физ.-мат. наук
Тел.: +375-17-369-11-87,
E-mail: Ignatenko@physics.by



Кристаллическая структура алмаза



Лаборатория специализируется на исследованиях и технологиях в области сверхтвёрдых материалов. Основное направление работы — создание и модификация синтетических алмазов и кубического нитрида бора с использованием экстремальных давлений до 8 ГПа и температур до 3000 К. Научные сотрудники лаборатории занимаются синтезом монокристаллов алмаза методами HPHT (High Pressure High Temperature) и CVD (Chemical Vapor Deposition) весом до 5 карат.



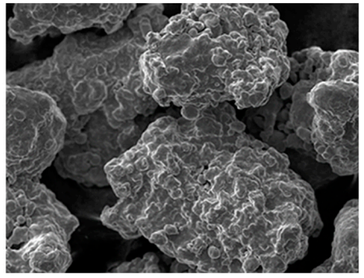
Дополнительно проводятся исследования в области модификации свойств кристаллов посредством различных постростовых обработок. Кроме того, в лаборатории синтезируются порошки кубического нитрида бора и алмаза различной зернистости и композиционные материалы на их основе. Таким образом обеспечивается полный цикл исследований - от фундаментальных процессов кристаллизации до внедрения готовых технологий в различных областях науки и промышленности.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Лаборатория физики магнитных материлов

Руководитель лаборатории – Желудкевич Александр Ларионович,
кандидат физ.-мат. наук, доцент

Тел.: +375-17-272-23-37,
E-mail: zheludkevich27@physics.by



Сэм-снимок композиционного магнитомягкого материала

Лаборатория проводит фундаментальные и прикладные исследования в области магнитных материалов и наноструктур.

Ученые синтезируют новые магнитные материалы, включая интерметаллические соединения, мультиферроики и тонкие пленки. А также изучают их структурные, магнитные и транспортные свойства в экстремальных условиях. Особое внимание уделяется материалам с гигантским магнитокалорическим эффектом и колоссальным магнитосопротивлением.

В прикладной сфере лаборатория разрабатывает компоненты для медицинской техники (магнитотерапия), электротехнические изделия на основе композиционных материалов, нагревательные элементы и специализированное оборудование для синтеза функциональных материалов.

Исследования охватывают полный цикл — от синтеза материалов до создания готовых устройств.



Отраслевая лаборатория радиационных воздействий

Руководитель лаборатории – Римский Григорий Семенович, кандидат физ.-мат. наук, доцент

Тел.: +375-17-378-12-38,
E-mail: g.rymski@physics.by

Ускоритель ЭЛВ - 8
Диапазон энергий, МэВ - 1,0-2,5
Мощность в пучке, кВт - 90
Максимальный ток пучка, мА - 50

Ускоритель УЭЛ-10-20С
Диапазон энергий, МэВ - 1,0-10,0
Мощность в пучке, кВт - 25
Максимальный ток пучка, мА - 40

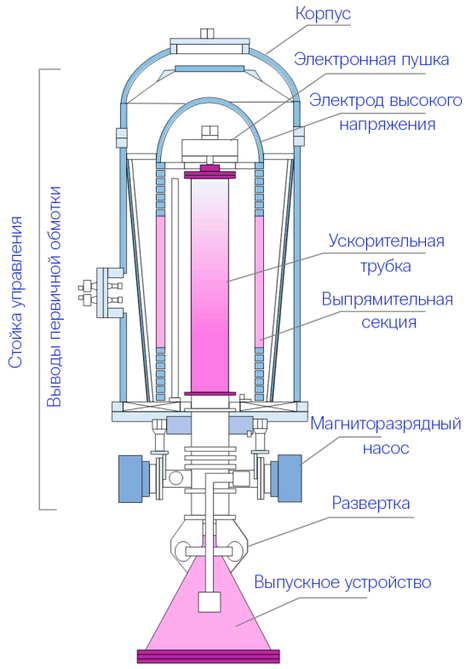


Схема ускорителя электронов ЭЛВ-8

Отраслевая лаборатория проводит комплексные исследования в области радиационной физики твердых тел, уделяя особое внимание таким материалам, как полупроводники и сегнетоэлектрики.

Сотрудники лаборатории изучают влияние гамма- и электронного облучения на свойства полупроводниковых структур и разрабатывают методы повышения радиационной стойкости электронных компонентов, предназначенных для работы в условиях повышенной радиации, в том числе для космических аппаратов.

Важным направлением является компьютерное моделирование дозовых нагрузок с помощью программного комплекса Geant4 и разработка экранов дополнительной радиационной защиты.

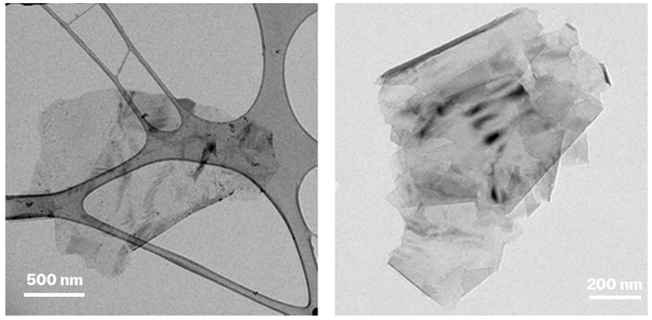
Лаборатория также занимается прикладными задачами, включая радиационную обработку материалов и испытание эффективности радиационной защиты электронных устройств.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Лаборатория физико-химических технологий

Руководитель лаборатории – Новиков Владимир Прокофьевич, кандидат физ.-мат. наук

Тел.: +375-17-370-13-01,
E-mail: novikau@physics.by



Снимки просвечивающей электронной микроскопии малослойного графена

Лаборатория специализируется на передовых исследованиях в области углеродных материалов и материалов для энергетики, создавая технологии для устойчивого будущего. Мы фокусируемся на физике и химии новых углеродных материалов, раскрывая их потенциал для высокотехнологичных применений.

Ключевым направлением является разработка инновационных решений для электрохимических накопителей энергии: мы стремимся повысить емкость, скорость заряда и долговечность устройств.

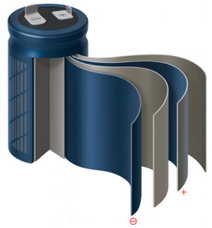
Мы работаем над созданием высокоэффективных суперконденсаторов, аккумуляторов и гибридных систем.

Наши ученые синтезируют наноструктурированные материалы, используя методы нанотехнологий, и создают на их основе композиты с превосходными функциональными свойствами, открывая новые возможности для промышленного применения.



Графеновая пена низкой плотности

Суперконденсаторный модель

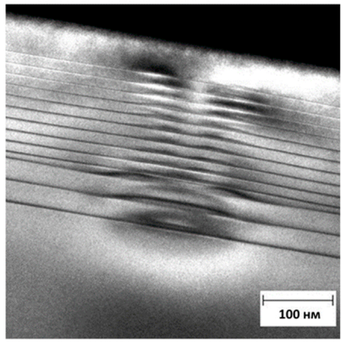


Лаборатория оптической спектроскопии полупроводников

Руководитель лаборатории – Живулько Вадим Дмитриевич, кандидат физ.-мат. наук, доцент

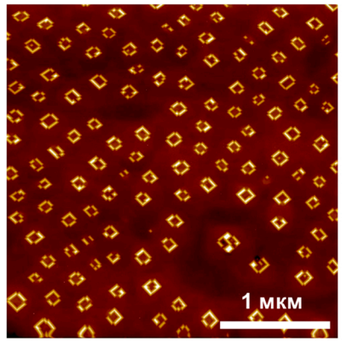
Тел.: +375-17-367-00-32,
E-mail: zhivulko@physics.by

Особое внимание уделяется исследованию механизмов излучательной рекомбинации в прямозонных полупроводниках и разработке новых фото-каталитических систем.



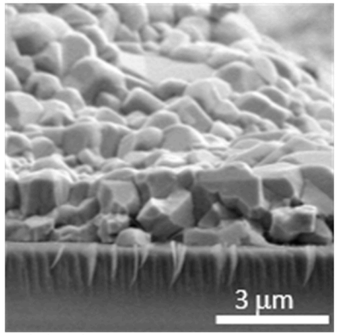
Изображение поперечного сечения многослойной наноструктуры Ge/Si

Наши научные сотрудники определяют фундаментальные оптические параметры и природу дефектов в широком классе материалов — от классических кремниевых структур до современных перовскитов.



Изображение поверхности упорядоченных квантовых точек Ge в форме прямоугольных колец

Лаборатория проводит комплексные исследования в области оптической диагностики полупроводников и диэлектриков для фотоэнергетики и оптоэлектроники.



СЭМ изображение поперечного сечения пленки $Cu_2ZnSnSe_4$

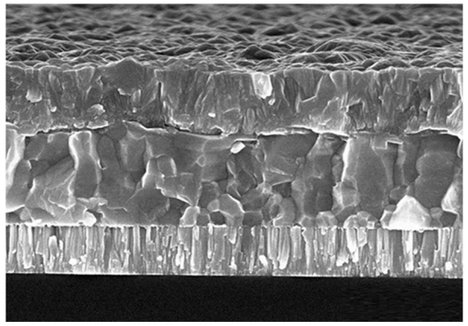
В рамках этого направления мы совершенствуем оптические методы диагностики для создания солнечных элементов и оптоэлектронных устройств с улучшенными характеристиками.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

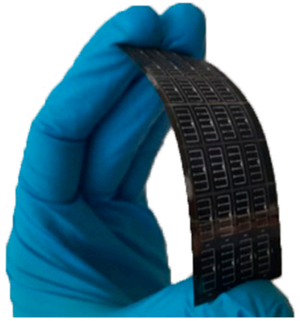
Лаборатория физики полупроводников

Руководитель лаборатории – Гременок Валерий Феликсович, доктор физ.-мат. наук, профессор

Тел.: +375-17-240-02-49,
E-mail: gremenok@physics.by



СЭМ-снимок тонкопленочного солнечного элемента



Лаборатория занимается получением и исследованием металлических, полупроводниковых и оксидных пленок, включая структуры на их основе, для микро- и оптоэлектроники.

Основные усилия сосредоточены на получении и изучении свойств перспективных соединений групп I2-II-IV-VI4 и I-III-IV для применения в фотовольтаике и генерации водорода.

Исследования направлены на совершенствования технологий и улучшения характеристик материалов.

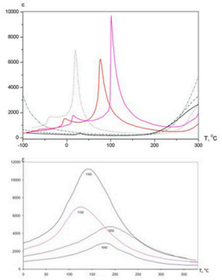
Мы создаем тонкие пленки функциональных материалов и комплексные покрытия для солнечных элементов, а также разрабатываем прототипы устройств, такие как инфракрасные фотоприемники.

Лаборатория электронной керамики

Руководитель лаборатории – Близнюк Людмила Александровна

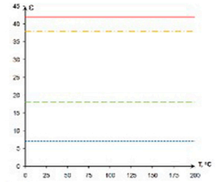
Тел.: +375-17-374-09-41,
E-mail: luyda@physics.by

Исследования направлены на поиск новых материалов и совершенствование технологий получения материалов и готовых изделий для радиоэлектроники и других отраслей промышленности.

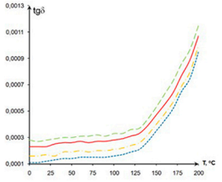


Температурные зависимости диэлектрической проницаемости сегнетоэлектриков

Лаборатория занимается разработкой и исследованием новых керамических функциональных материалов для электронной промышленности.



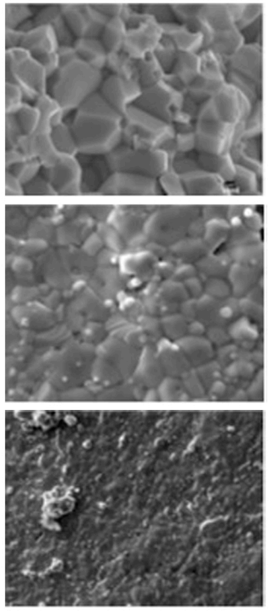
Основные усилия сосредоточены на создании и изучении сегнетоэлектрических, диэлектрических и пьезоэлектрических материалов с улучшенными характеристиками.



Температурные зависимости диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь СВЧ-материалов с высокой термостабильностью

Особое внимание уделяется разработке термостабильных высокочастотных керамических материалов.

Ведется изучение перспективных гибридных структур типа сегнето-электрик-сверхпроводник.

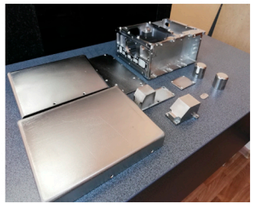


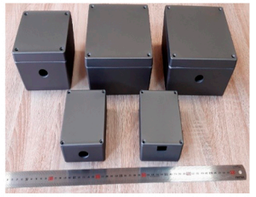
Микроструктура керамических материалов с различными электрофизическими свойствами

ОСНОВНЫЕ РАЗРАБОТКИ

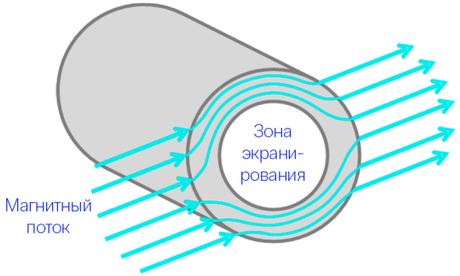
Материалы и технологии электромагнитной защиты постоянных, низкочастотных и импульсных электромагнитных полей

Рост требований к электромагнитной совместимости, миниатюризации компонентов и устойчивости к внешним электромагнитным воздействиям обуславливает необходимость разработки эффективных, технологичных и конструкционно адаптируемых экранирующих материалов.





Электромагнитные экраны

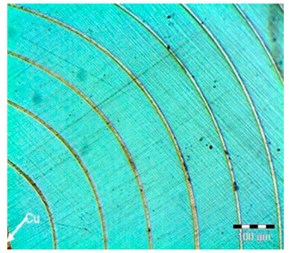


Принцип шунтирования магнитного потока

Постоянные магнитные поля и низкочастотные ЭМП эффективно ослабляются за счет замыкания. Такой материал «перенаправляет» поле , снижая его воздействие на чувствительные элементы за экраном.

Многослойные экраны содержат слои с различными физическими свойствами - магнитными, электропроводящими и диэлектрическими.

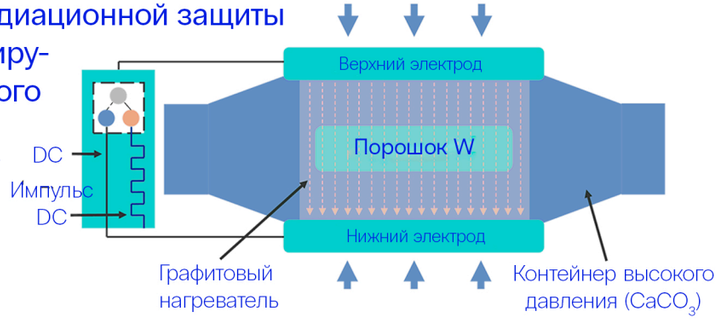
Каждый слой отражает или поглощает определенную часть ЭМИ и снижает интенсивность поля по мере прохождения через структуру. Такой подход позволяет эффективно экранировать широкий диапазон частот при минимальной толщине и массе.

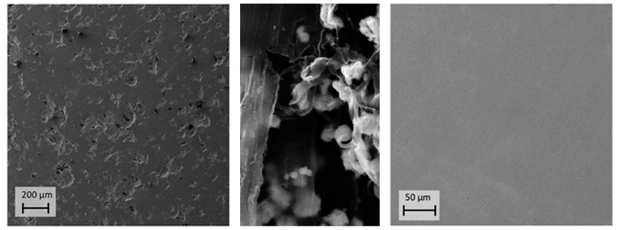


Многослойная структура на основе системы Ni-Fe/Cu

Материалы и технологии радиационной защиты от широкого спектра ионизирующих излучений космического пространства

Современные радиоэлектронные системы и аппаратура, используемые в авиакосмической, атомной технике, эксплуатируются в условиях воздействия широкого спектра ионизирующих излучений. Мы изготавливаем сплавы, композиционные материалы, покрытия на основе вольфрама, висмута, титана и полимеров.

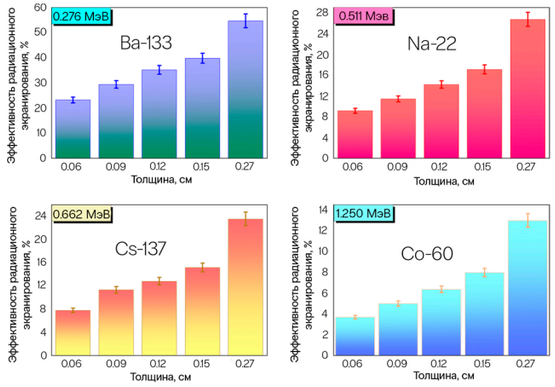




Композиционные материалы на основе W-C, W-полимер и системы W

Сплавы на основе вольфрама изготавливаются нашим усовершенствованным методом горячего изостатического прессования.

Заготовка из вольфрамового порошка помещается в герметичную камеру, где под действием высокого давления и температуры происходит равномерное уплотнение материала. Благодаря усовершенствованию технологии, нам удалось в значительной степени уменьшить скорость синтеза с 2 часов до 3 минут.



Композиты на основе вольфрама и меди демонстрируют высокую и устойчивую эффективность экранирования в широком диапазоне энергий гамма-излучения. Даже при сравнительно малой толщине материал обеспечивает значительное снижение интенсивности излучения, что подтверждается данными по четырем характерным радионуклидам. Такая стабильность и универсальность делают композиты W–Cu надежным решением для задач радиационной защиты в электронике.

Сверхтвердые материалы и инструменты

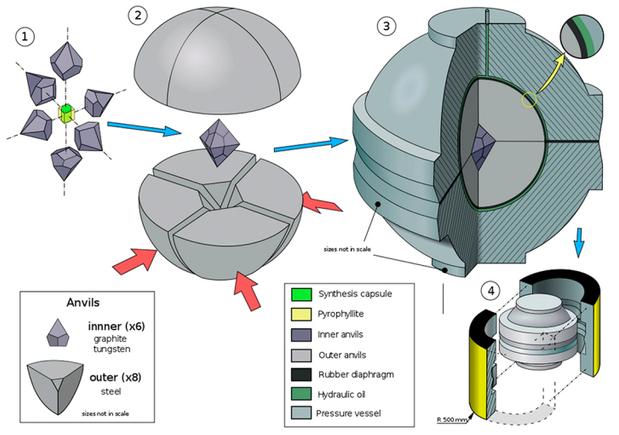


Схема беспрессового аппарата типа разрезная сфера (БАРС)

Мы разрабатываем и производим сверхтвердые материалы и инструменты на их основе. Основу составляют порошки кубического нитрида бора (КНБ) и синтетического алмаза, синтезируемые по оригинальным технологиям в системах Mg-B-N и Li-B-N. Эти материалы характеризуются уникальным сочетанием свойств: порошки КНБ демонстрируют термостойкость до 1400°C и теплопроводность 300-450 Вт/м·К, а алмазные порошки марок АС15-АС125 и АС65-АС125 сохраняют высокую прочность при экстремальных нагрузках. Особое внимание уделено созданию композиционных сверхтвердых материалов на основе алмаза и КНБ. Алмазные композиты достигают микротвердости 84 ГПа при трещиностойкости 10,5 МПа·м$^{1/2}$, в то время как композиты на основе КНБ сочетают твердость 50 ГПа с рекордной трещиностойкостью 16 МПа·м$^{1/2}$. Эти материалы служат основой для производства лезвийного инструмента, превосходящего традиционные аналоги в 3-15 раз по стойкости.

Разработана промышленная камера высокого давления, обеспечивающая синтез при давлениях до 6 ГПа и температурах до 2700 К с номинальным ресурсом 2000 рабочих циклов.

Производственная программа включает алмазные шлифовальные круги, трубчатые сверла для обработки стекла, полировальные пасты и специализированный инструмент для работы с закаленными сталями, титановыми сплавами и наплавленными поверхностями. Технологии позволяют обрабатывать детали с газотермическими покрытиями системы Ni-Cr-B-Si с получением поверхности высокого класса точности.

Дополнительно освоен выпуск высокопрочных порошков КНБ с пространственным фактором формы 1,3-1,6 и поликристаллических порошков КНБ широкого фракционного состава (50/40-2000/1600). Для повышения адгезии разработана технология нанесения аморфных покрытий на порошки алмаза и КНБ методом осаждения металлов из водных растворов. Вся продукция соответствует международным стандартам качества и успешно применяется в автомобилестроении, авиационной промышленности и строительном комплексе.



Алмазный порошок

Белорусский изумруд. Синтез функциональных монокристаллов и керамики: от ювелирных материалов до лазерных технологий

Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению является ведущим производителем синтетических монокристаллов с уникальными характеристиками. Специалисты Центра разработали технологию выращивания изумрудов из высокотемпературного флюса, позволяющую получать камни с оптическими свойствами, максимально приближенными к природным аналогам из Колумбии, Замбии и России. Предприятие предлагает полный цикл обработки — от синтеза до огранки по индивидуальным требованиям заказчика.



Лаборатория оксидных материалов Центра специализируется на мелкосерийном производстве синтетических драгоценных камней, включая изумруды, рубины, сапфиры и александриты, а также создании функциональных материалов для высокотехнологичных отраслей. Параллельно с ювелирными камнями лаборатория производит активные и нелинейно-оптические монокристаллы для лазерной техники и разрабатывает функциональные керамики с перспективными магнитотранспортными свойствами и высокими параметрами пьезоотклика для современной электроники.



Центр сочетает фундаментальные исследования в области материаловедения с практической реализацией разработок, предлагая как ювелирную продукцию высшего качества, так и специализированные материалы для высокотехнологичных отраслей промышленности.

Химическая формула: $Be_3Al_2Si_6O_{18}:Cr$

Цвет: светло-зеленый, зеленый, темно-зеленый

Плеохроизм: зеленый / желто-зеленый

Флюоресценция: нет

Показатель преломления: 1,558-1,562

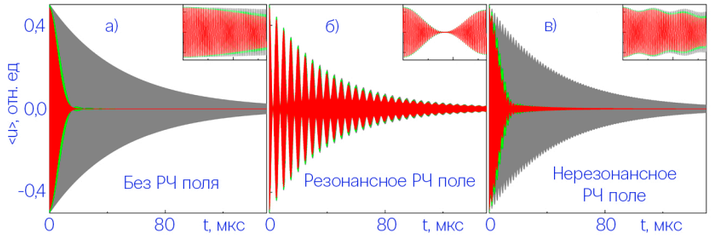
Плотность: 2,65 г/см^3

Твердость (Моос): 8

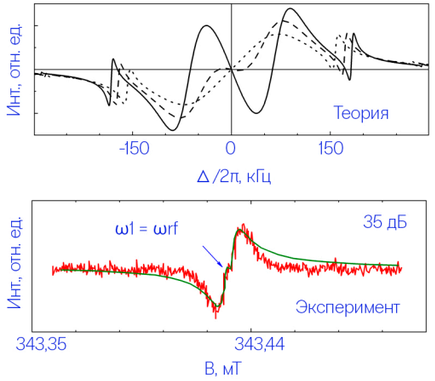


Методика подавления декогеренции для управления кубитами

Разработана методика подавления декогеренции осцилляций Раби, вызванной неоднородностью микроволнового поля. Теоретически показано, что дополнительная декогеренция, ограничивающая время манипулирования кубитом, может быть эффективно подавлена при реализации резонанса Раби. Данная методика была успешно применена при отладке работы импульсного спектрометра магнитного резонанса на NV-центрах в алмазе.



Осцилляции Раби, возбуждаемые однородным (серые линии) и неоднородным (красные и зеленые линии) МВ полем без РЧ поля (а) и с резонансным (б) и нерезонансным (в) РЧ полем



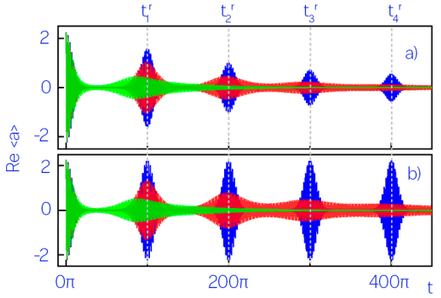
Инверсия сигнала при Раби резонансе и определение амплитуды микроволнового поля в ЭПР спектроскопии на основе P1 центров в алмазе

Описаны многофотонные переходы, возбуждаемые микроволновыми и радиочастотными полями между дважды «одетыми» состояниями спиновых кубитов.

Полученные аналитические выражения для сигналов ЭПР позволили значительно увеличить точность измерения амплитуды микроволнового поля в резонаторе.

Предсказанный эффект инверсии линии поглощения был экспериментально подтвержден другими исследователями, что легло в основу нового калибровочного стандарта для ЭПР-спектроскопии.

Разработана теоретическая модель нелинейных оптомеханических систем. Получены аналитические выражения для амплитуды оптического поля и показана возможность реализации квантовых эффектов: фотонной блокады, коллапса и возрождения колебаний.

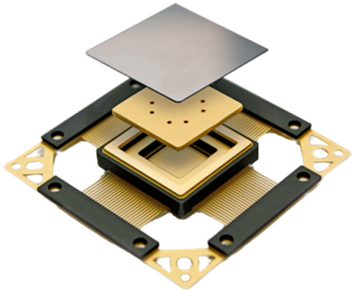


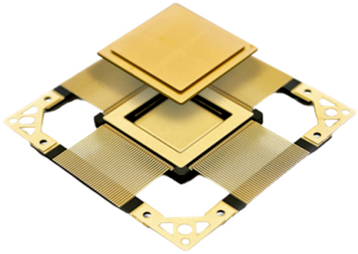
Влияние нелинейностей на действительную часть амплитуды оптического поля при различных скоростях релаксации.

Защитные экраны и корпуса дополнительной радиационной защиты

Разработаны перспективные материалы и технологии для радиационной защиты в условиях повышенной радиационной нагрузки. Созданы композитные системы вольфрам-медь, сочетающие высокую плотность 14-17 г/см^3 с теплопроводностью до 400 Вт/(м·К).

Созданы многослойные гетероструктуры, которые обеспечивают комплексную защиту, ослабляя как первичное ионизирующее излучение, так и вторичное, возникающее при его взаимодействии с веществом. Разработана технология радиационной обработки кремниевых пластин с диодными и транзисторными структурами для получения требуемых по техническим условиям (ТУ) электрических параметров полупроводниковых приборов.





Технология обеспечивает целенаправленное изменение и корректировку электрических свойств (напряжение пробоя, ток утечки, коэффициент усиления) уже сформированных диодных и транзисторных структур. Электронные компоненты, обработанные по данной методике, критически важны для космической отрасли. В космическом пространстве на микросхемы воздействуют интенсивные потоки заряженных частиц (протоны,электроны) и галактические космические лучи.

Технология позволяет повысить радиационную стойкость полупроводниковых приборов, что напрямую влияет на надежность и долговечность бортового оборудования спутников, телекоммуникационных аппаратов и научных станций. Методика может найти применение и в других высокотехнологичных областях, где предъявляются особые требования к электронике: радиационно-стойкая электроника, фотоника и MEMS-приборы и д.р.

Магнитомягкие композиты, криопроводники и гибкая электроника

Разработаны инновационные композиционные материалы с уникальными электромагнитными характеристиками для современной электротехники. Создан магнитомягкий материал на основе капсулированных оксидными покрытиями порошков железа, обладающий удельным электросопротивлением 10^3–10^4 Ом·см и магнитной индукцией насыщения до 2,1 Тл. Материал демонстрирует электромагнитные потери в 1,5–2 раза ниже, чем у электротехнической стали, и позволяет создавать электротехнические изделия с пятикратным снижением массогабаритных параметров.

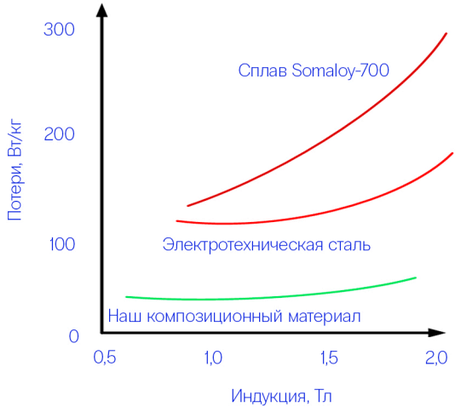


Спрессованный статор для двигателя БПЛА

Особый интерес представляет криопроводящий композит для сильноточных гиперпроводящих систем, представляющий собой высокочистый алюминий в матрице высокопрочного алюминиевого сплава.

Материал сохраняет стабильные характеристики в магнитных полях до 15 Тл при температурах 4,2–28 К.

Сравнительный график электромагнитных потерь



На его основе создан криогенный гиперпроводящий трансформатор мощностью 1 МВт с рекордным масс-энергетическим отношением 0,07 кг/кВт для бортовых систем космических аппаратов.

Перспективное направление — гибкие электротехнические устройства на полиимидных подложках, созданные по ионно-трековой технологии. Разработанные микроиндукторы, микротрансформаторы и микроконденсаторы демонстрируют стабильные характеристики в частотном диапазоне до 1 ГГц.

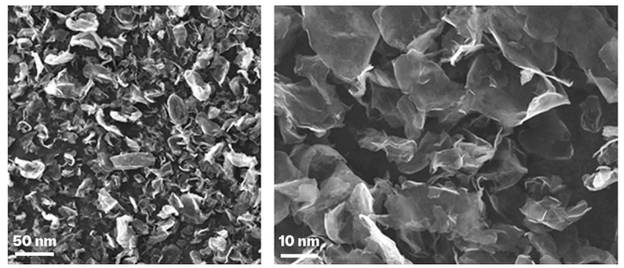
Для спинтронных применений созданы магниточувствительные многослойные структуры на основе Sr_2FeMoO_6 с магнитосопротивлением 30% при 4 К и 15% при комнатной температуре. Отдельное направление — плазмонные наноструктуры для усиления рамановского сигнала, позволяющие детектировать вещества в концентрациях до 10^{-7} моль/л. Структуры на кремниевых подложках с дендритными металлическими включениями обеспечивают идентификацию нескольких сотен молекул анализируемого вещества.

Многофункциональные материалы на основе графеноподобного углерода

Разработана технология синтеза графеноподобного углерода — двумерного наноматериала — основанная на эксфолиации природного графита. Технология синтеза основана на образовании и последующем разрушении соединений внедрения аммиакатов щелочных металлов, что обеспечивает высокое структурное совершенство продукта при низкой себестоимости и отсутствии токсичных отходов. Материал находит многофункциональное применение в качестве армирующей и проводящей добавки в полимерные композиты, основы для накопителей энергии и регенерируемого сорбента нефтепродуктов.

Одним из ключевых применений стало создание износостойких композитов на основе полиуретана с добавкой графеноподобного углерода. Введение всего 2% добавки повышает абразивную износостойкость материала более чем в 50 раз, что позволяет использовать его для футеровки трубопроводов, транспортирующих коррозионно-активные среды с абразивными частицами.

Одновременно разработаны гибкие нагревательные элементы на т каневой основе с проводящим покрытием из графеноподобного углерода и фторопласта.



Снимки растровой электронной микроскопии графеновых нанопластинок

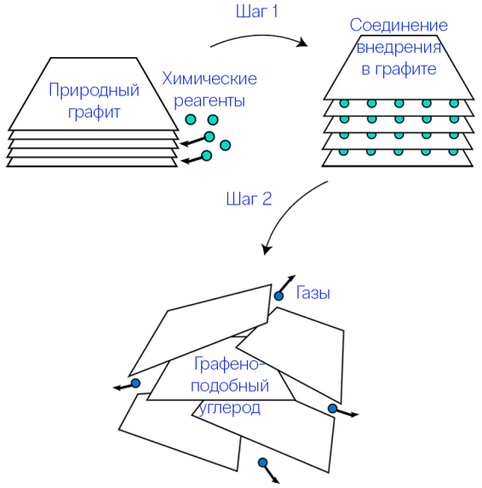


Схема синтеза графеноподобного углерода

Эти элементы сохраняют гибкость при нагреве от низковольтных источников питания и применяются в спецодежде с подогревом, системах антиобледенения и прогрева технологического оборудования.

Все разработки отличаются экологической безопасностью и хорошей масштабируемостью производства.

Реструктурированный графит и композиты на его основе

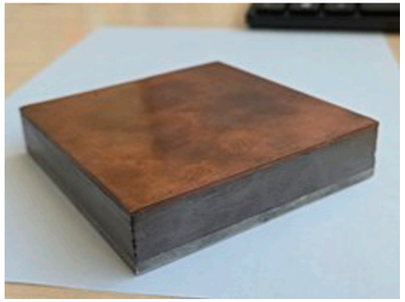
Реструкткрированный графит представляет собой инновационный углеродный материал, получаемый пиролизом соединений внедрения в графитовой структуре в замкнутом объёме.

Синтез осуществляется из порошка природного графита без связующих веществ и высокотемпературной графитизации, что обеспечивает уникальные характеристики материала.

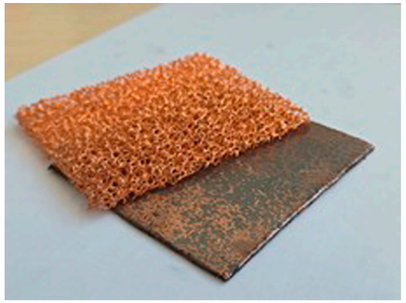
Ключевой особенностью является возможность управления плотностью — от легких графитовых пен до плотных заготовок до 2 г/см³. Материал демонстрирует высокую анизотропию структуры и исключительную теплопроводность в плоскости, достигающую 500 Вт/(м·К), что превосходит показатели меди.

Реструктурированный графит легко поддается механической обработке и позволяет создавать детали сложной формы, включая композиты с металлами в виде сэндвич-структур и систем «ядро-оболочка».

Материал находит применение в высокоэффективных системах теплоотвода для электроники, антифрикционных контактных площадках и графитовой оснастке для металлургических процессов, обеспечивая надежную работу в экстремальных эксплуатационных условиях.



Композиционная сэндвич-структура алюминий — графит — медь



Реструктурированный графит, армированный медной пеной, и исходная медная пена

Пористые металлические структуры

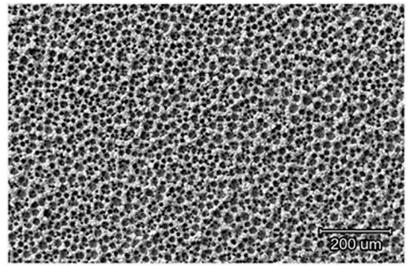
Разработан комплекс методов синтеза пористых и наноструктурированных металлических материалов.

Технология включает гибкие маршруты синтеза, позволяющие тонко настраивать морфологию и пористость материалов.

Методы основаны на разложении органических солей металлов на текстильных темплатах, электрохимическом соосаждении металлов с последующим удалением растворимых компонентов, а также формировании иерархических структур с использованием пузырькового темплата.

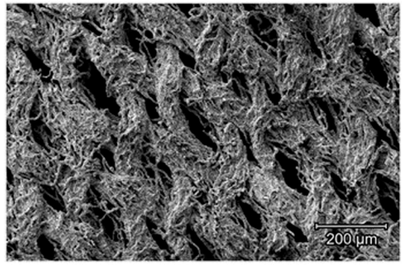
Ключевым преимуществом является возможность создания материалов с многоуровневой иерархической структурой, сочетающей различные уровни пористости.

Разработанные методы обеспечивают точное управление архитектурой получаемых материалов.

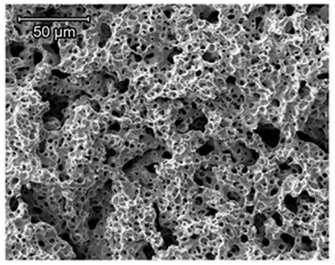


Иерархическая пористая медная структура, полученная на динамическом пузырьковом темплате

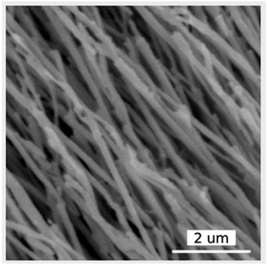
Основное применение находят в создании капиллярно-пористых элементов для теплообменных устройств — паровых камер и тепловых труб, а также в качестве носителей катализаторов и функциональных покрытий, где требуются контролируемые пористые структуры с развитой поверхностью.



Пористая медная структура, полученная с использованием тканевого темплата

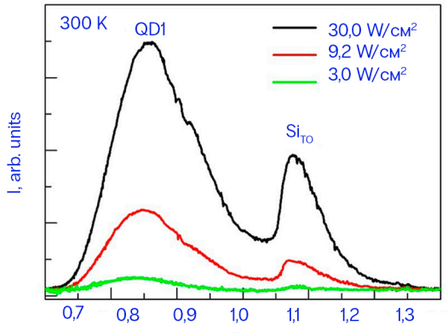


Пористая медная структуру, полученная методом спекания



Медные нановолокна

Квантовые точки и тонкопленочные структуры для солнечных элементов и излучателей



Спектры фотолюминесценции наноструктур Ge/Si с квантовыми точками кольцами Ge, снятые при комнатной температуре ~ 300 K для различной плотности мощности лазерного излучения с λ = 532 нм

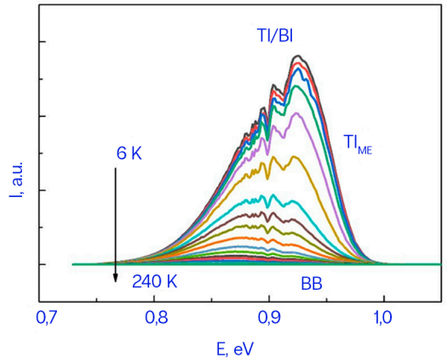
Разработка передовых полупроводниковых материалов и структур для фотовольтаики и оптоэлектроники включает исследование и совершенствование светоизлучающих элементов инфракрасного диапазона на основе наноструктур Ge/Si.

В этих структурах квантовые точки и кольца германия в сочетании с наночастицами золота и серебра обеспечивают экситон-плазмонное взаимодействие, значительно повышающее квантовый выход излучения при комнатной температуре.

Сформированная геометрия наноструктур подтверждается методами атомно-силовой и просвечивающей электронной микроскопии.

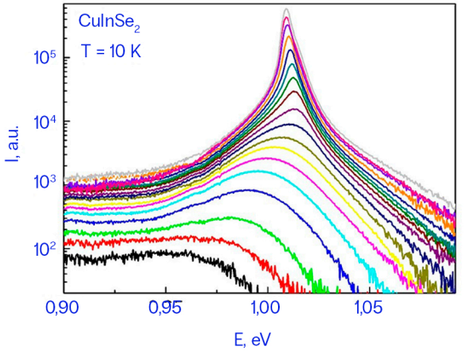
В области фотовольтаики разрабатываются солнечные элементы на основе многокомпонентных полупроводников — халькопирита и кестерита.

Исследования включают оптимизацию тонкоплёночного синтеза и анализ механизмов кристаллообразования.



Фотолюминесценции тонкой пленки $Cu_2ZnSnSe_4$ в интервале температур 6 – 240 K

Квантовые точки Ge/Si и тонкопленочные халькопириты



Стимулированное излучение тонкой пленки CuInSe2, снятые при температуре ~ 10 K импульсным лазером с λ = 337 нм с различной плотности мощности

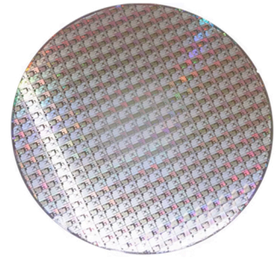
Особое внимание уделяется изучению люминесцентных свойств материалов.

Зафиксированный эффект стимулированного излучения в пленках $CuInSe_2$ открывает перспективы для диагностики и создания новых оптоэлектронных устройств.

Оптическая диагностика кремниевых материалов представляет третье ключевое направление.

Разрабатываются методы контроля качества моно- и поликристаллического кремния для солнечных элементов и эпитаксиальных структур для микро- и оптоэлектроники.

Комплексный подход обеспечивает создание конкурентоспособных решений в области возобновляемой энергетики и современных информационных технологий.



Интегральные микросхемы на кремнии

Гибкие солнечные элементы на металлических фольгах

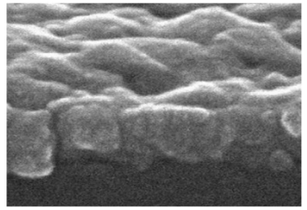
Разработаны гибкие солнечные элементы на основе тонких пленок $Cu_2ASn(S,Se)_4$(A = Zn, Ni), где традиционные стеклянные подложки заменены металлическими фольгами из молибдена, тантала или титана.

Технология включает многоэтапный синтез фотоактивных слоев методами магнетронного напыления, химического осаждения и селенизации/сульфиризации с контролем стехиометрии и морфологии.

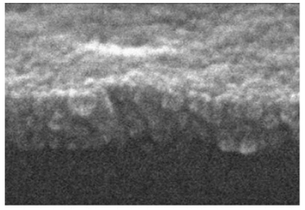
Дополнительные этапы предусматривают нанесение антиотражающих покрытий и защитное ламинирование готовых элементов.

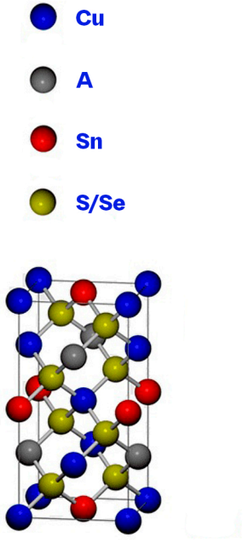
Лабораторные образцы демонстрируют стабильные характеристики при механическом изгибе, что перспективно для интеграции в портативную электронику и гибкие системы энергоснабжения.

Осажденная пленка CdS



Пленка после ионно-плазменной обработки



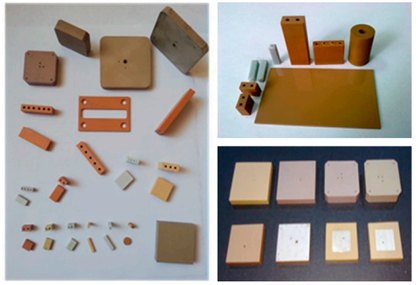


Кристаллическая структура $Cu_2ASn(S,Se)_4$

Функциональная керамика: пьезоэлектрические и СВЧ-материалы



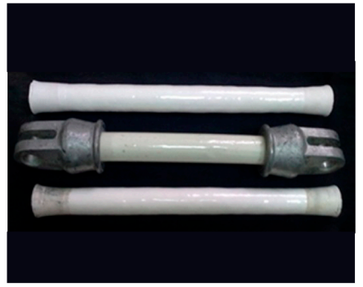
Разработаны пьезокерамические материалы на основе цирконата-титаната свинца (ЦТС) для изготовления широкого спектра изделий различных форм и размеров.



Созданы диэлектрические материалы для СВЧ-техники с диэлектрической проницаемостью ε = 6,5 – 180 и тангенсом угла диэлектрических потерь $tg\delta \leq 0{,}0005$, сохраняющие стабильность параметров в температурном диапазоне от -60 до +120 °C.

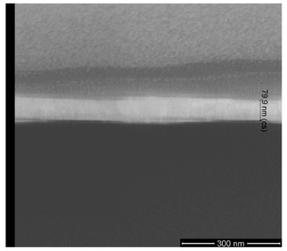


Разработана алюмооксидная керамика с повышенной электрической и механической прочностью, обладающая радиопрозрачностью в широком частотном диапазоне.



Разработаны стержневые изоляторы для антенных систем, работающих в диапазоне радиоволн от километровых до декаметровых. Эти изделия выдерживают разрывное усилие свыше 4,5 тонн.

Технология повторного циклического осаждения-распыления с постепенным уменьшением толщины осаждаемого слоя для получения субнаноразмерных уровней гладкости обрабатываемых поверхностей



СЭМ изображения поперечного сечения пленки золота на поверхности подложки GaN

Метод ионно-лучевой планаризации поверхности сегнетокерамики основан на циклическом процессе осаждения и распыления материала.

На первом этапе на поверхность подложки напыляется слой материала, идентичного по составу подложке , толщиной примерно в половину исходной шероховатости. В процессе осаждения наблюдается преимущественное заполнение впадин рельефа, поскольку материал сползает с вершин выступов, которые при этом практически не растут.

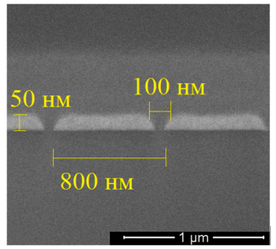
Далее производится ионно-лучевое распыление поверхности пучком ионов кислорода, время которого превышает время распыления нанесенного слоя.

Благодаря угловой анизотропии коэффициента распыления выступающие части кристаллитов распыляются интенсивнее плоских участков, в то время как впадины на границах кристаллитов оказываются экранированы.

Это приводит к общему сглаживанию рельефа поверхности, достигающему максимального эффекта при трёхкратном применении цикла.

Повторение циклов с постепенным уменьшением толщины осаждаемого слоя позволяет достичь субнаноразмерного уровня гладкости обрабатываемой поверхности.

Технологический процесс осуществляется с использованием ионов кислорода с энергией 1,6 кэВ и плотностью тока 0,25 мА/см², что обеспечивает скорость нанесения сглаживающего слоя 0,2 мкм/ч. Распыление этого слоя производится со скоростью 0,8 мкм/ч пучком ионов кислорода с энергией 0,4 кэВ и плотностью тока 0,2 мА/см². После планаризации на подготовленную поверхность наносится ферромагнитная пленка.



СЭМ изображение поперечного сечения решетки магнито-плазмонных кристаллов после финишного травления

НАШЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Синтез и пробоподготовка материалов

Планетарная шаровая мельница BM6pro

Планетарная шаровая мельница BM6pro предназначена для сверхтонкого измельчения и механического легирования различных материалов в лабораторных условиях. Оборудование обеспечивает получение порошков с размером частиц до нанометрового диапазона за счет комбинации центробежных сил и сил Кориолиса. Ключевые особенности мельницы включают цифровое управление скоростью вращения и временем обработки, реверсный режим работы для повышения однородности помола, а также возможность работы в инертной атмосфере.



Планетарная шаровая мельница Retsch PM-200

Мельница представляет собой высокоэффективное оборудование для сверхтонкого измельчения различных материалов до коллоидной тонкости. Мельница обеспечивает получение частиц размером менее 1 мкм благодаря уникальной планетарной схеме движения размольных стаканов, создающей высокие энергии измельчения. Ключевыми преимуществами установки являются программируемый реверс вращения, автоматический контроль времени и скорости обработки, а также функция охлаждения при длительных циклах работы.



Электропечь муфельная Nabertherm

Печь обеспечивает высокотемпературный синтез и термообработку материалов в воздушной атмосфере до 1400°C. Оборудование поддерживает программируемые циклы нагрева и охлаждения, что гарантирует точное соблюдение технологических параметров. Применяется для синтеза оксидных материалов, отжига керамик и подготовки образцов.



Печь Kittec CB 300 S

Промышленная печь для термообработки материалов с программируемыми режимами нагрева и охлаждения. Применяется для отжига металлов, обработки керамики и синтеза функциональных покрытий. Оснащена системой точного контроля температуры и возможностью работы в контролируемой атмосфере. Обеспечивает равномерный нагрев и воспроизводимость результатов для исследовательских и производственных задач.



Вакуумная печь TIA-1800-300

Печь для обработки материалов при температурах до 2000°C в вакууме или контролируемой атмосфере. Оснащена камерой трехзонной системой нагрева и программируемым контролем температуры. Обеспечивает равномерный нагрев с точностью ±5°C. Предназначена для спекания керамики, термообработки сплавов и синтеза функциональных материалов.



Синтез и пробоподготовка материалов

Вакуумная трубчатая печь Ortus

Специализированное оборудование для высокотемпературной обработки тонкопленочных материалов в контролируемых средах: вакууме, инертной (Ar) или активной халькогенной атмосфере. Печь позволяет проводить синтез и отжиг материалов при температурах до 1000 °C с прецизионной точностью контроля ±1 °C.



Вакуумная технологическая установка

Предназначена для магнетронного напыления в вакууме тонких пленок металлов и оксидов, включая многослойные структуры, на различные подложки (стекло, кремний, металлические фольги и др.) Имеются системы ионно-лучевой очистки и кварцевого контроля,



Высокоточная установка совмещения и экспонирования MDXN-25D4 в комплекте с модулем нанесения резиста MD-SC5150

Применяется для формирования микро- и наноструктур на различных подложках. Установка обеспечивает прецизионное совмещение и экспонирование с минимальным размером элемента до 2 мкм. Работает с подложками диаметром до 150 мм и поддерживает автоматическую загрузку образцов.



Гальваническая линия

Специализированная установка для электрохимического осаждения функциональных покрытий. Оборудование позволяет осаждать металлические слои, включая сплавы Ni/Fe и Ni 50/50. Линия применяется для создания защитных, износостойких и магнитных покрытий на различных подложках. Обеспечивает контроль толщины, состава и структуры осаждаемых слоев.



Генератор жидкого азота LPLN-40

Малый жидкостный азотный аппарат коробочного типа LDH использует холодильный процесс с многоэлементным регенеративным смешанным хладагентом MRJT, основанный на цикле охлаждения с дросселированием. Хладагенты с высокой, средней и низкой температурой кипения подбираются в зависимости от требуемой конечной температуры охлаждения системы, начиная от температуры окружающей среды.



Установка двойного ионно-лучевого распыления/осаждения

Предназначена для получения наноразмерных металлических пленок с высокой однородностью на различных подложках. Осаждение осуществляется распылением металлической мишени (чистотой 99,99%) ионами аргона с энергией 1,2 кэВ в вакуумной камере. Установка также позволяет проводить ионно-лучевое планаризацию поверхности с доведением шероховатости до наноразмерного уровня.



Синтез и пробоподготовка материалов

Установка лазерной резки

Специализированное оборудование для прецизионной обработки материалов в лабораторных условиях. Установка обеспечивает высокоточную резку металлических, керамических и композитных заготовок с минимальной зоной термического влияния.



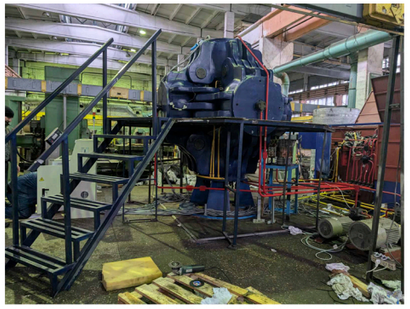
Установка для синтеза монокристаллов алмаза методом MPCVD

Оборудование предназначено для получения монокристаллических алмазных пластин диаметром не менее 50 мм. Система оснащена СВЧ-генератором мощностью 6 кВт с рабочей частотой 2450 МГц и стабильностью выходной мощности ±0,1%.



Гидравлический кубический пресс

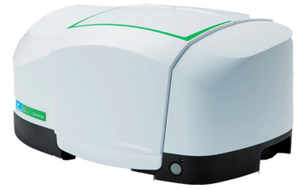
Применяется для формирования микро- и наноструктур на различных подложках. Установка обеспечивает прецизионное совмещение и экспонирование с минимальным размером элемента до 2 мкм. Работает с подложками диаметром до 150 мм и поддерживает автоматическую загрузку образцов.



Анализ структуры, фазового и химического состава

Инфракрасный Фурье-спектрометр Perkin Elmer Spectrum Two

Компактный инфракрасный Фурье-спектрометр, предназначенный для качественного и количественного анализа органических и неорганических веществ. Приставка однократного нарушенного полного отражения с алмазным кристаллом UATR Two позволяет проводить анализ образцов в твердой, жидкой и пастообразной форме.



Анализатор удельной поверхности BSD-PM1

Предназначен для измерения удельной площади поверхности, объёма и распределения по размеру пор методом газовой адсорбции. Прибор позволяет проводить анализ микропористых, мезопористых и макропористых образцов с высокой разрешающей способностью: минимальный размеров пор — 0,35 нм. BSD-PM1 обеспечивает автоматическую обработку данных, высокую точность и воспроизводимость результатов.



Синхронный термоанализатор STA2000

Предназначен для комплексного исследования фазовых переходов, удельной теплоты и изменений массы твёрдых и порошкообразных материалов. Прибор работает в диапазоне температур от 25 до 1000°C и позволяет о ценивать тепловые эффекты и массовые изменения в одном эксперименте. Диапазон измеряемой массы образца — до 3000мг. Обеспечивает автоматическую регистрацию кривых «тепловой поток — температура» и определение точек фазовых переходов.



Анализ микроструктуры и морфологии поверхности

Сканирующий электронный микроскоп Carl Zeiss EVO 10

Позволяет изучать поверхность образцов в широком диапазоне увеличений с автоматической фокусировкой и стабилизацией изображения. Оснащен детекторами вторичных и обратнорассеянных электронов, обеспечивающих получение контрастных изображений рельефа и элементного состава.



Оптический микроскоп ПЛАНАР ЕМ6339

Применяется для неразрушающего контроля микроструктуры материалов. Обеспечивает высококачественную визуализацию в проходящем и отраженном свете с увеличением до 50 000×. Оснащен системой цифровой визуализации и прецизионным предметным столиком с координатной разметкой. Позволяет проводить линейные и угловые измерения с микронной точностью.



Программно-аппаратный комплекс по атомно-силовой микроскопии NTEGRA PRIMA

Многофункциональный программно-аппаратный комплекс по АСМ для выполнения наиболее типичных задач в области сканирующей зондовой микроскопии. Имеет встроенную оптическую систему с разрешением 5 мп и полем зрения 2000x370 мкм, с помощью которой возможно контролировать процесс сканирования в режиме реального времени. Оснащена системой позиционирования на ручных микрометрических позиционерах.



Исследование магнитных свойств

Магнитометр Gryogenic ltd 14T

Сверхповодящий магнитометр для измерений магнитных свойств материалов в полях до 14 Тл и температурах 6-400 К. Оснащен системой автоматической смены образцов и криостатом замкнутого цикла. Применяется для исследования сверхпроводников, магнитных наноматериалов и оксидов. Обеспечивает имзерения намагниченности, кривых гистерезиса и манитной восприимчивости.



Установка для изучения температурных зависимостей удельной намагниченности и магнитной восприимчивости пондеромоторным методом в непрерывном режиме

Специализированный комплекс для прецензионных измерений намагниченности и магнитной восприимчивости пондеромоторным методом. Оборудование работает в температурном диапазоне 80-1000 К при магнитном поле 0,86 Тл.



Установка для измерения магнитодинамических свойств DX-2012SA

Установка предназначена для измерения динамических магнитных параметров: общих потерь, коэрцитивной силы, остаточной намагниченности, магнитной проницаемости, индуктивности и добротности в частотном диапазоне до 1 МГц.



Исследование магнитных свойств

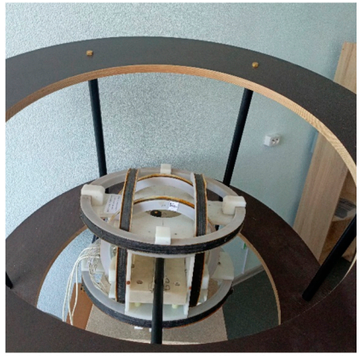
Автоматизированная система мониторинга спектров и топологий постоянных магнитных и низкочастотных электромагнитных полей

Автоматизированный измерительный комплекс для амплитудно-векторного анализа индукции постоянных и переменных электромагнитных полей. Система проводит измерения в диапазоне 0,05–10 000 мкТл при частотах 0–10 кГц. Предназначена для картирования пространственных распределений магнитных полей и анализа их спектрального состава.



Установка-источник трехкомпонентного постоянного и переменного магнитного поля

Калиброванный источник для создания однородных постоянных и переменных магнитных полей. Установка обеспечивает неоднородность поля менее 0,3% в рабочем объеме диаметром 6 см при частотах 0–1000 Гц. Оснащена сертификатом калибровки ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева». Применяется для градуировки датчиков магнитного поля, исследований магниточувствительных материалов и проведения воспроизводимых магнитных измерений.



Исследование механических свойств

Профилометр SMT-5000 3D Indentation and Scratch Tester

Универсальная система для комплексного механического тестрирования материалов. Оборудование позволяет проводить 3D-профилометрию поверхности, наноинденитирование и скретч-тестрирование в автоматическом режиме. Установка применяется для определения механических характеристик: твердости, модуля упругости, адгезии покрытий и износостойкости. Оснащена высокоточными датчиками нагрузками и системой лазерного сканирования поверхности. Используется для исследований тонких пленок, покрытий, композиционных и керамических материалов.



Разрывная машина KASON WDW-5

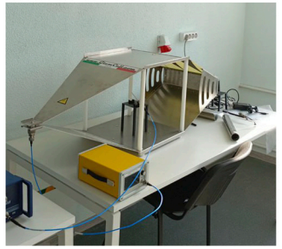
Универсальная электромеханическая разрывная машина, предназначенная для испытаний материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Максимальная тестовая нагрузка составляет 5 кН. Прибор обеспечивает разрешение перемещения до 0,001 мм и шириной диапазон скоростей нагружения (0,005-500 мм/мин), рабочее пространство машины по длине - 800 мм. Испытываемые образцы могут быть металлическими, неметаллическими, композитными. Управление и обработка результатов происходят с помощью цифровой измерительной системы и специализированного программного обеспечения.



Исследование электрических, электродинамических, диэлектрических и тепловых свойств

Комплекс оценки электромагнитной совместимости

Оборудование работает на основе реверберационного метода с использованием полосковой линии, создавая напряженность поля до 200 В/м в частотном диапазоне 80 МГц – 2 ГГц. Комплекс измеряет эффективность экранирования материалов, проверяет устойчивость радиоэлектронной аппаратуры к электромагнитным помехам и импульсным воздействиям. Оснащен высокочувствительными датчиками (0,05 В/м) и системой формирования импульсов длительностью от 30 нс. Автоматизированное управление обеспечивает воспроизводимость результатов испытаний образцов различных габаритов.



Анализатор температуропроводности и теплопроводности Netzsch LFA 467 HyperFlash

Позволяет проводить измерения температуропроводности методом лазерной вспышки. Прибор предназначен для исследования теплофизических свойств материалов в температурном диапазоне от комнатной температуры до 500 °C в атмосфере азота. L FA 467 MicroFlash обеспечивает автоматическое вычисление коэффициента температуропроводности. Определение удельной теплоемкости возможно при использовании образцов-эталонов, вычисление теплопроводности возможно с использованием измеренной либо табличной величины удельной теплоемкости.



Исследование термических свойств и испытания на радиационную стойкость

Камера тепла-холода ESPEC Bench-Top SU-261

Климатическая камера японского производства для испытаний материалов и компонентов в экстремальных температурных условиях. Оборудование поддерживает температурный диапазон от -60°C до +180°C в рабочей камере объемом 22,5 л. Камера оснащена системой воздушного охлаждения и обеспечивает скорость изменения температуры до 3,2°C/мин при нагреве и 2,1°C/мин при охлаждении. Автоматизированное управление позволяет программировать сложные температурные циклы. Применяется для термических испытаний электронных компонентов, материалов и готовых изделий. Используется в исследованиях температурной стабильности, ускоренных ресурсных испытаниях и контроле качества продукции.



Линейный ускоритель электронов ЭЛВ-8

Универсальный ускоритель для научных исследований и радиационных технологий. Оборудование генерирует пучок электронов с энергией 1-2,5 МэВ и током до 50 мА. Установка применяется для радиационной обработки материалов, стерилизации медицинских изделий, модификации полимеров и полупроводников. Позволяет проводить исследования радиационной стойкости электронных компонентов и разработку новых радиационно-стойких материалов.



Исследование термических свойств и испытания на радиационную стойкость

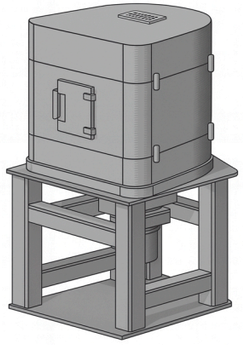
Линейный ускоритель электронов УЭЛ-10-20С

Современный ускоритель для радиационной обработки материалов и фундаментальных исследований. Оборудование генерирует пучок электронов с энергией 5-7 МэВ при мощности до 10 кВт. Установка предназначена для стерилизации медицинских изделий, модификации свойств материалов и проведения радиационных экспериментов. Позволяет осуществлять точный контроль параметров электронного излучения для научных и технологических задач.



Гамма-установка «Исследователь» на Co^{60}

Модернизированная гамма-установка для радиационной обработки материалов и научных исследований. Оборудование оснащено источниками γ-излучения на основе Co^{60} и камерой облучения диаметром 150 мм. Установка применяется для модификации физико-химических свойств материалов, исследований в области радиационного материаловедения и обработки различных изделий. Позволяет проводить систематические исследования воздействия ионизирующего излучения на материалы и электронные компоненты.







Государственное научно-производственное объединение
«Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по материаловедению»

Республика Беларусь, 220072,
г. Минск, ул. Петруся Бровки, д. 19
e-mail: priemnaya@physics.by

