

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт теоретической и прикладной электродинамики  
Российской академии наук  
(ИТПЭ РАН)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Директор ИТПЭ РАН  
  
\_\_\_\_\_ К.Н. Розанов  
\_\_\_\_\_ 2024 г.

**Отчет о самообследовании  
за 2023 год**

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института теоретической и прикладной электродинамики  
Российской академии наук**

## Содержание

1. Общие сведения об образовательной организации.....	3
2. Образовательная деятельность.....	4
3. Научно-исследовательская деятельность.....	5
4. Международная деятельность.....	16
5. Материально-техническое обеспечение.....	16
6. Финансово-экономическая деятельность.....	20
7. Основные показатели деятельности.....	20

## 1. Общие сведения об образовательной организации

В целях расширения фундаментальных исследований в области электрофизики и электродинамики композитных материалов в 1988 году в соответствии с распоряжением Совета Министров СССР от 21 октября 1987 года № 2288рс в составе Института высоких температур РАН был создан Научно-инженерный центр прикладных проблем электродинамики (НИЦ ППЭ).

С 1991 года НИЦ ППЭ являлся юридическим лицом в составе НО “ИВТАН”, действуя на правах научно-исследовательского института Академии наук СССР (постановление Президиума Академии наук СССР от 29.10.1991 № 266). В 2005 году ИТПЭ ОИВТ РАН выведен из состава ОИВТ РАН и переименован в Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук (ИТПЭ РАН) (постановление Президиума РАН от 27.12.2005 № 294).

В 2011 году ИТПЭ РАН переименован в Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН (ИТПЭ РАН) (постановление Президиума РАН от 13.12.2011 № 262).

Организатором ИТПЭ РАН является А.Н. Лагарьков (член-корр. РАН — с 2000 г., академик РАН — с 2011 г.). До 20 июня 2017 г. А.Н. Лагарьков был директором ИТПЭ РАН. С 20 июня 2017 г. академик А.Н. Лагарьков является Научным руководителем ИТПЭ РАН. С 20 июня 2017 г. по 08 июня 2020 г. директором ИТПЭ РАН являлся д.ф.-м.н. В.Н. Кисель. С 12 ноября 2020 года директором ИТПЭ РАН является д.ф.-м.н. К.Н. Розанов, избранный на Общем собрании сотрудников ИТПЭ РАН (в период с 09 июня 2020 года по 11 ноября 2020 К.Н. Розанов руководитель ИТПЭ РАН в должности временно исполняющего обязанности директора).

Полное наименование Института: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук.

Сокращенное: ИТПЭ РАН.

Место нахождения: 125412, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Дмитровский, ул. Ижорская, д. 13, стр. 6.

Учредителем ИТПЭ РАН от имени Российской Федерации выступает Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Директор: доктор физико-математических наук Розанов Константин Николаевич.

Телефон приемной (495) 484-23-83, факс (495) 484-26-33.

Адрес сайта: [www.itae.ru](http://www.itae.ru).

Устав ИТПЭ РАН утвержден приказом Минобрнауки России № 41 от 06.07.2018 г. (изменения в Устав ИТПЭ РАН утверждены приказами Минобрнауки России от 17.09.2019 № 789, 06.12.2021 № 1154, 28.10.2022 № 1043).

Институт руководствуется в своей деятельности Конституцией РФ, федеральными конституционными законами, федеральными законами, актами Президента РФ, Правительства РФ, Минобрнауки России, иными нормативными правовыми актами, Уставом ИТПЭ РАН.

Структура (на 01.01.2024 г.):

4 подразделения: 11 административных подразделений, 8 лабораторий, 4 научно-вспомогательных подразделения, 4 вспомогательных подразделения.

Филиалов нет.

Численность (на 01.01.2024 г.):

245 (216 основных сотрудников, 29 совместителей)

В октябре 2022 г. на сайте ИТПЭ РАН вышел первый номер электронного журнала «Современная электродинамика», главным редактором которого является научный руководитель ИТПЭ РАН, академик РАН Андрей Николаевич Лагарьков.

В электронном научном журнале «Современная электродинамика» печатаются оригинальные статьи и обзоры по широкому спектру теоретических и прикладных проблем электродинамики, оптики и электромагнитных свойств материалов, в том числе оригинальные статьи и обзоры ученых и специалистов, работающих в этих областях, а также расширенные тезисы конференций.

Тематические рубрики журнала охватывают все важнейшие области экспериментальной, теоретической и вычислительной электродинамики, а также вопросы взаимодействия электромагнитных полей с материальными средами, теорию распространения радиоволн, применение методов электродинамики в биологии, медицине, нанoeлектронике и нанооптике.

Тематические рубрики журнала:

- Теоретическая электродинамика;
- Вопросы экспериментальной электродинамики;
- Вычислительная электродинамика;
- Взаимодействие электромагнитного поля с материалами.

К публикации принимаются авторские научные материалы, соответствующие следующим специальностям Номенклатуры ВАК:

01.03.04. Радиофизика,

01.03.06. Оптика,

01.03.13. Электрофизика, электрофизические установки,

01.03.19. Лазерная физика,

01.03.03. Теоретическая физика,

01.03.08. Физика конденсированного состояния,

01.03.12. Физика магнитных явлений

## **2. Образовательная деятельность**

В соответствии с лицензией на образовательную деятельность рег. № № Л035-00115-25/00118982 от 07 декабря 2022 г., выданной Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки, в ИТПЭ РАН реализуется образовательная программа по подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, научной специальности 1.3.13 Электрофизика, электрофизические установки. Срок действия лицензии – бессрочно. Свидетельство об аккредитации выдано Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки, рег. № 3808 от 03.07.2023 г. Срок действия – бессрочно.

Обучение проводится в очной форме за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета. Срок обучения – 4 года. Общая численность обучающихся на 01.10.2023 г. – 4 человека.

На базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной электродинамики при участии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук функционирует объединенный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 999.138.02 (99.1.044.02)

Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 411/нк от 10.05.17г.

Проводит защиты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук и кандидата наук по специальностям:

1.3.13 – электрофизика и электрофизические установки (физико-математические науки, технические науки).

На базе ИТПЭ РАН работает кафедра МФТИ «Электродинамика сложных систем и нанофотоники».

Кафедра образована в конце 2008 года (приказ МФТИ № 493-1 от 23.09.2008) на основе группы преподавателей, входивших в состав кафедры Прикладной теоретической физики. Кафедра ведёт подготовку кадров для исследований, связанных с изучением взаимодействия электромагнитных полей с различными объектами как нано-, так и макромира.

Студенты, аспиранты и сотрудники ведут исследования в областях:

- Взаимодействие электромагнитных волн со сложными радиофизическими структурами и средами;
- Процессы формирования метаматериалов и их взаимодействия с электромагнитными полями;
- Эффективные электродинамические параметры композитных материалов и неоднородных сред;
- Электронная структура и свойства магнитоактивных материалов и сверхпроводников II рода, графена, топологических изоляторов;
- Высокочастотная электродинамика ферромагнитных материалов;
- Электродинамика фотонных кристаллов и неупорядоченных систем;
- Квантовая наноплазмоника;
- Создание безэховых камер;
- Оптимизация электродинамических характеристик объектов техники в сотрудничестве с ведущими конструкторскими бюро России.

### **3. Научно-исследовательская деятельность**

Основными направлениями деятельности Института являются:

- фундаментальные исследования в области электрофизики и электродинамики композитных материалов, в том числе функционально нано-структурированных, а также

метаматериалов с новыми электрофизическими, оптическими и радиофизическими свойствами;

– исследования в области прикладной сверхпроводимости, структурного нано-магнетизма и электродинамики магнитоактивных сред;

– исследования, направленные на создание композитных материалов, технологии их формирования;

– разработка сверхчувствительных биологических и химических сенсоров на основе плазмонных и диэлектрических метаматериалов;

– оптимизация радиотехнических характеристик антенно-фидерных систем и решение проблем электромагнитной совместимости.

– разработка и создание безэховых камер, предназначенных для изучения фундаментальных явлений дифракции и прохождения электромагнитного излучения через различные среды и структуры, а также анализа проблем электромагнитной совместимости.

### ***В рамках госзадания в 2023 году проводились работы по четырем темам***

#### **1. Экспериментальное исследование электрофизических свойств наноструктурированных магнито-диэлектрических материалов.**

Исследования были проведены с целью получения материалов с высокими значениями СВЧ магнитной проницаемости для различных технических применений. Объектами исследования были композитные материалы, в состав которых входили ферромагнитные порошки с полый структурой, а также порошки никель-цинковых ферритов. Кроме того, проведено численное моделирование и экспериментальное исследование активного метаматериала. Все рассмотренные материалы являются наноструктурированными, поскольку включают в себя наноразмерные структурные элементы. Полученный массив систематизированных данных имеет самостоятельное научное значение, а также даёт возможность полноценного сравнения результатов СВЧ измерений с данными о проведенных структурных и физико-химических исследованиях. В частности, методами ультразвукового спрей-пиролиза получены ферромагнитные мезопористые частицы, а также исследовано влияние параметров процесса на физико-химические свойства получаемых частиц. Проведено численное исследование зависимости максимально возможной ширины частотного диапазона от параметров радиопоглощающих покрытий. Исследованы практические возможности увеличения широкополосности покрытий. Численно и экспериментально продемонстрирована возможность создания нефостеровского элемента, обладающего отрицательными сопротивлением и индуктивностью в широком частотном диапазоне. Исследована применимость формул смешения к диэлектрической и магнитной проницаемостям, а также изучена возможность восстановления собственных свойств включений из измеренных эффективных свойств композитных материалов. Получено экспериментальное подтверждение различия формул смешения для диэлектрической и магнитной проницаемостей композитного материала. Предложен способ получения толстой диэлектрической оболочки на микрочастицах карбонильного железа. Демонстрировано, что более толстые оболочки улучшают термостойкость частиц за счет смещения температуры перехода к высшему оксиду и смещения температуры начала окисления.

#### **2. Теоретические и экспериментальные исследования магнитоактивных материалов, включая наноманитные материалы, сверхпроводники, магнитные полупроводники**

Изложены результаты работ, выполненных в 2023 году сотрудниками лаборатории теоретической электродинамики конденсированного состояния ИТПЭ РАН в рамках НИР «Теоретические и экспериментальные исследования магнитоактивных материалов, включая наноманитные материалы, сверхпроводники, магнитные полупроводники» программы фундаментальных научных исследований Российской академии наук. Приведены основные результаты работ в соответствии с пунктами плана, наиболее примечательные достижения описаны более подробно со ссылками и иллюстрациями. Также приводится полный список публикаций 2023 года.

### 3. Исследование плазмонных наноструктур для сенсорных, информационных и иных применений

В рамках работы выполнены теоретические фундаментальные исследования в области плазмоники, что расширило представления о возможности применения плазмонных наноструктур в различных областях науки и техники. Проведен обзор основных результатов по электростатическим аспектам плазмоники. Рассмотрен алгоритм квантования квазистатических полей. Проведены исследования в области когерентной динамики открытых систем различной физической природы, к которым относятся открытые квантовые системы общего вида, кубиты, химические и биологические системы. Исследованы оптические свойства резонаторной метаповерхности на основе кремния с нанесенным на поверхность кремния тонким нанослоем серебра, которая может быть использована в качестве оптических сенсоров. Результаты физических экспериментов и компьютерного моделирования продемонстрировали возбуждение металлодиэлектрических резонансов. С целью оценки эффективности созданной структуры для задач усиления сигнала КР проведены экспериментальные работы по созданию пространственных карт сигнала КР на стоксовой частоте кремния. Впервые выполнено компьютерное моделирование излучения молекул, помещенных в металлическую оболочку. Модель позволяет рассчитать изменение сигнала гигантского комбинационного рассеяния (ГКР) в зависимости от толщины металлического нанослоя поверх белковой глобулы. Показано, что нанесение дополнительного слоя серебра поверх домена RBD коронавируса SARS-CoV-2 приводит к усилению сигнала ГКР, что соответствует предложенной модели. Исследована возможность использования ультразвуковой (УЗ) пробоподготовки раствора миоглобина на серебряных подложках с различной морфологией для повышения эффективности регистрации спектров ГКР. Получено значительное усиление ГКР-спектров миоглобина, определены оптимальные параметры пробоподготовки. Продемонстрирована возможность уменьшения времени пробоподготовки, исследована его зависимость от частоты ультразвука и времени травления. Изучены модификации микроструктуры миоглобина, нанесенного на ГКР-активные подложки на основе Ag, полученные путем высушивания капли водного раствора с лазерным облучением. Показано, что с помощью специальной лазерной пробоподготовки можно управлять морфологией осаждаемого на такие подложки белка с целью достижения максимального эффекта ГКР и увеличения чувствительности данного метода детектирования на два порядка по сравнению с отсутствием лазерного воздействия.

### 4. Теоретические и экспериментальные исследования радиофизических характеристик сложных объектов и разработка средств изменения этих характеристик

В ИТПЭ РАН разработан вариант метода измерения в свободном пространстве электродинамических параметров материалов в диапазоне частот от 0,2 до 40 ГГц, когда образец помещается в ближнюю зону широкополосной рупорной антенны на отверстие в диафрагме. В отчёте проанализированы основные преимущества и точностные

характеристики этого метода по сравнению с другими методами измерений, с учётом выполненных за отчётный период доработок специализированного стенда ИТПЭ РАН.

Разработаны новые конструкции частотно-избирательных экранов и включений в радиопрозрачное укрытие для использования в составе антенных блоков. Изложены результаты применения решётки из тонких спиралей в составе обтекателя из механически прочного метаматериала с диэлектрической проницаемостью, близкой к единице. Показано, что приём позволил существенно улучшить характеристики обтекателя за счёт уменьшения зависимости магнитной проницаемости от угла падения E-поляризованной волны. Экспериментально подтверждена возможность управления радиопрозрачностью экрана, расположенного перед обтекателем, путём малого перемещения одной из двух частотно-избирательных решёток в составе экрана. Поэтому в режиме "закрыто" частотно-избирательным экраном подавляются лепестки Брэгга в диаграммах приёмо-передающих антенных решёток.

Был предложен и верифицирован метод аналитического расчёта поля бистатического и обратного рассеяния щелью в виде канавки либо сквозного зазора в локально плоской поверхности металлического объекта. Экспериментальная проверка показала высокую точность вычисления полей рассеяния щелями. Исходя из общих выражений, получены оценочные формулы для минимальной и максимальной эффективной поверхности рассеяния канавок.

В сверхшироком диапазоне частот от 0,2 до 110 ГГц было выполнено исследование электрофизических характеристик органических растворителей с разной способностью образовывать водородные связи с целью оценки возможностей их использования в управляемых частотно-избирательных системах в качестве подвижного рабочего тела. Выяснено, что наиболее подходящими для создания управляемых частотно-избирательных экранов являются некоторые виды спиртов.

### ***В 2023 году проводились работы по трем грантам РНФ.***

#### 1. Исследование частотной дисперсии эффективных материальных параметров неоднородных сред в микроволновом и оптическом диапазонах

Целью работы является создание новых материалов с заданными электромагнитными характеристиками в СВЧ и оптическом диапазонах. Такие материалы широко используются в настоящее время в технических приложениях в качестве поглотителей или концентраторов электромагнитного поля. СВЧ-поглотители применяются для борьбы с электромагнитными помехами, обеспечения электромагнитной совместимости, тогда как в оптическом диапазоне основным применением является создание солнечных батарей и детекторов. На основе концентраторов изготавливаются различные фильтры, сердечники СВЧ индукторов, подложки миниатюризированных антенн для мобильных устройств. Для обоих типов приложений существенным является положение, ширина и амплитуда частотных пиков диэлектрических и магнитных потерь. В СВЧ-применениях необходимо обеспечить высокочастотное магнитное поглощение, механизмы которого известны. Однако расчёт магнитного поглощения из первых принципов для реальных материалов трудноосуществим, в частности, из-за наличия в них структурных и магнитных неоднородностей. В связи с этим создание материалов с нужными динамическими магнитными свойствами является непростой задачей, а исследование частотной дисперсии СВЧ магнитной проницаемости до сих пор не потеряло актуальности.

#### 2. Экзотические многочастичные фазы подкрученного двуслойного графена и родственных систем

Последние несколько лет мы стали свидетелями резкого увеличения числа работ, изучающих подкрученный двуслойный графен. Интерес к этой системе связан с недавним экспериментальным обнаружением многочастичных (как диэлектрических, так и сверхпроводящих) фаз электронной жидкости подкрученного графена при малых углах подкрутки. Многие результаты, полученные в этой области, были опубликованы в ведущих научных журналах, таких как, например, журналы группы Nature. На фоне экспериментальных успехов, развиваются и теоретические подходы для описания обнаруженных фаз. Теоретические конструкции для моделирования подкрученного графена опираются на такие общезначимые концепции, как метод сильной связи и многочастичные волновые функции, а также используют особенности геометрии системы (возникновение сверхрешетки и муара).

Геометрия сверхрешетки подкрученного графена при малых углах подкрутки во многом определяет необычные электронные свойства. Даже при поверхностной визуальной инспекции такой сверхрешетки видно, что сверхячейка состоит из чередующихся участков с почти идеальной упаковкой типа AA или AB. В то время как AB упаковка хорошо исследована, ей посвящены многие сотни работ, свойства AA упаковки рассматривались гораздо реже. Это упущение особенно досадно в связи с той ролью, которую этот вид структуры играет в образцах подкрученного графена. Хорошо известно еще с ранних исследований подкрученного графена, что допированные электроны концентрируются именно в AA областях. Иными словами, адекватное понимание свойств двухслойного AA графена также важно для теоретического описания подкрученного двухслойного графена.

Но AA графен может быть интересен и сам по себе, а не только лишь в связи с подкрученной системой. Уже давно было продемонстрировано, что AA графен обладает нестингом поверхности Ферми. А кроме этого, поверхность Ферми AA графена демонстрирует вырождение по долинному квантовому числу. Наличие нестинга поверхности Ферми, да еще и в условиях дополнительного орбитального вырождения, может приводить к появлению целого ряда интереснейших эффектов именно в AA графене.

### 3. Разработка микрофлюидных биосенсоров на основе гигантского комбинационного рассеяния света

Гигантское комбинационное рассеяния (ГКР) света, которое вызвано локализованными плазмонными резонансами в металлических наноструктурах, позволяет разрабатывать высокоэффективные сенсоры для молекулярного анализа вещества и зондирования различных типов молекул. Луч лазера при рассеянии на молекуле приобретает дополнительные гармоники, соответствующие колебаниям исследуемой молекулы. Частоты гармоник определяют практически полный «портрет» исследуемых молекул. Метод ГКР уже сейчас позволяет определять физиологические концентрации важных биомаркеров крови, метаболиты, бактерии и вирусы, включая их малые концентрации. Ключевой стадией в разработке нового аналитического оборудования на основе ГКР и получении рекордной чувствительности определения являются разработка и создание структур, реализующих фокусировку и гигантское усиление электромагнитного поля. Несмотря на значительные успехи и в данной области, необходимы дополнительные методы и подходы для повышения чувствительности, устойчивости, предсказуемости и селективности оптической ГКР спектроскопии.

*При финансировании из внебюджетных источников в 2023 году выполнено 37 работ.*

## Публикации ИТПЭ РАН в 2023 году

1. Dolmatov A.V., Maklakov S.S., Artemova A.V., Petrov D.A., Shiryaev A.O., Lagarkov A.N. Deposition of Thick SiO<sub>2</sub> Coatings to Carbonyl Iron Microparticles for Thermal Stability and Microwave Performance // *MDPI Sensors*. – 2023. – V. 23. – No. 3. – P. 1727, Q1.
2. Artemova A., Maklakov S., Shiryaev A., Osipov A., Petrov D., Rozanov K., Lagarkov A. Influence of Hydrogen Reduction Stage Conditions on the Microwave Properties of Fine Iron Powders Obtained via a Spray-Pyrolysis Technique // *MDPI Magnetics*. – 2023. – V. 3. – No. 2. – P. 90-101.
3. Artem Shiryaev, Konstantin Rozanov, Vladimir Kostishi, Dmitry Petrov, Sergey Maklakov, Arthur Dolmatov, Igor Isaev  
Retrieving the Intrinsic Microwave Permittivity and Permeability of Ni-Zn Ferrites  
*Coatings* 2023, 13(9), 1599
4. E.N. Sheftel, E.V. Harin, S.Yu. Bobrovskii, K.N. Rozanov, V.A. Tedzhetov, I.O. Bannykh, Ph.V. Kiryukhantsev-Korneev  
FeTiB nanocrystalline films: Static and dynamic magnetic properties in accordance with phase composition and magnetic structure  
*Journal of Alloys and Compounds*  
Volume 968, 15 December 2023, 171981
5. Ширяев А.О., Розанов К.Н., Петров Д.А.  
Аналитические выражения для коэффициента отражения от однородного радиопоглощающего слоя  
*Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физ. Астрон.* 2023. № 4. 2340301
6. A. L. Rakhmanov, A. V. Rozhkov, A. O. Sboychakov, and Franco Nori,  
Half-metal and other fractional metal phases in doped, AB bilayer graphene,  
*Physical Review B*, 2023, v. 107, no.15 155112.
7. A.V. Kapranov, R.S. Akzyanov, A.L. Rakhmanov, Interaction between spin and Abrikosov vortices in doped topological insulators,  
*Physical Review B*, 2023, v. 107 no 13, 134515.
8. R. S. Akzyanov,  
Born approximation study of the strong disorder in magnetized surface states of a topological insulator,  
*Phys. Rev. B* (2023) v.107, no 20, 205416.
9. V.E. Valiulin, A.V. Mikheyenkov, N.M. Chitchevkatchev, K.I. Kugel,  
Quantum entanglement resistance to temperature in the Kugel-Khomskii model,  
*SciPost Physics Core* 2023, v. 6, id. 025 (17 pages).
10. Ya.I. Rodionov, K.I. Kugel, B.A. Aronzon,  
Quantum magnetoresistance of Weyl semimetals with strong Coulomb disorder,  
*Physical Review B* 2023, v. 107, no. 15, id. 155120 (13 pages).
11. М.Ю. Каган, С.В. Аксенов, А.В. Турлапов, Р.Ш. Ихсанов, К.И. Кугель, Е.А. Мазур, Е.А. Кузнецов, В.М. Силкин, Е.А. Буровский,  
Образование капель параметра порядка и сверхпроводимость в неоднородных Ферми–Бозе смесях,  
*Письма в ЖЭТФ*, 2023, т. 117, вып. 10, с. 754–764.
12. С.Н. Николаев, К.Ю. Черноглазов, А.В. Емельянов, А.В. Ситников, А.Н. Талденков, Т.Д. Пацаев, А.Л. Васильев, Е.А. Ганьшина, В.А. Демин, Н.С. Аверкиев, А.Б. Грановский, В.В. Рыльков,  
Аномальное поведение туннельного магнетосопротивления в нанокompозитных плёночных структурах (CoFeB)<sub>x</sub>(LiNbO<sub>3</sub>)<sub>100-x</sub>/Si ниже порога перколяции: проявления со-туннельных и обменных эффектов,  
*Письма в ЖЭТФ* 2023, т. 118, вып. 1, с. 46–54.
13. Е.А. Ганьшина, В.В. Гаршин, Н.Н. Перова, И.М. Припеченков, А.Н. Юрасов, М.М. Яшин, В.В. Рыльков, А.Б. Грановский,  
Магнитооптическая Керр спектроскопия нанокompозитов,

14. Е.А. Ганьшина, И.М. Припеченков, Н.Н. Перова, Е.С. Каназакова, Л.Н. Овешников, М. Джалолиддинзода, А.И. Риль, А.Б. Грановский, Б.А. Аронзон, Магнитооптическая спектроскопия композитов GaSb–MnSb, *Известия РАН. Серия физическая* 2023, т. 87, № 3, с. 328–332.
15. Е.А. Ганьшина, И.М. Припеченков, Н.Н. Перова, Е.С. Каназакова, С.Н. Николаев, А.С. Ситников, А.Б. Грановский, В.В. Рыльков, Магнитооптическая спектроскопия нанокompозитов  $(\text{CoFeB})_x(\text{LiNbO}_3)_{100-x}$  до порога перколяции: от суперпарамагнетизма и суперферромагнетизма до ферромагнетизма, *Физика металлов и металловедение* 2023, т. 124, № 2, с. 134-140
16. С.Н. Николаев, К.Ю. Черноглазов, А.С. Бугаев, А.Б. Грановский, В.В. Рыльков Особенности скейлинга аномального эффект Холла в нанокompозитных пленках  $(\text{CoFeB})_x(\text{LiNbO}_3)_{100-x}$  ниже порога перколяции: Проявление со-туннельной холловской проводимости, *Письма в ЖЭТФ* 2023, т. 118, вып. 7, с. 519–525.
17. N. M. Guseynov, A. A. Zhukov, W. V. Pogosov, and A. V. Lebedev, Depth analysis of variational quantum algorithms for the heat equation, *Phys. Rev. A* 107, 052422 (2023).
18. Daria P. Kulikova, Yevgeniy M. Sgibnev, Georgiy M. Yankovskii, Eugeny D. Chubchev, Evgeniy S. Lotkov, Daria A. Ezenkova, Alina A. Dobronosova, Aleksandr S. Baburin, Ilya A. Rodionov, Igor A. Nechepurenko, Alexander V. Baryshev, Alexander V. Dorofeenko Optical hydrogen sensing with high-Q guided-mode resonance of  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{WO}_3/\text{Pd}$  nanostructure *Scientific Reports* volume 13, Article number: 890 (2023)
19. Dmitry K. Vysokikh, Alexey P. Bazakutsa, Alexander V. Dorofeenko, and Oleg V. Butov Experiment-based model of Er/Yb gain medium for fiber amplifiers and lasers *Journal of the Optical Society of America B* Vol. 40, Issue 9, pp. 2273-2279 (2023)
20. Kai Sun, Xuechun Yang, Yuan Yuan, Jinjiu Qi, Boyang Liu, Andrey Karlovich Sarychev, Runhua Fan Microwave absorption performance of magnetic-dielectric  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{C}@PPy$  composites with a core-double-shell structure prepared by a low-temperature self-propagation method *Ceramics International* Volume 49, Issue 22, Part B, 15 November 2023, Pages 35782-35791
21. Irina A. Boginskaya, Ekaterina A. Slipchenko, Marina V. Sedova, Julia Yu. Zvyagina, Alexander D. Maximov, Aleksandr S. Baburin, Ilya A. Rodionov, Alexander M. Merzlikin<sup>1</sup>, Ilya A. Ryzhikov and Andrey N. Lagarkov Additional Enhancement of Surface-Enhanced Raman Scattering Spectra of Myoglobin Precipitated under Action of Laser Irradiation on Self-Assembled Nanostructured Surface of Ag Films // *Chemosensors*. – 2023. – V.11. – Issue 6. – P.321.
22. Kulikova D.P., Afanasyev K.N., Baryshev A.V. Faraday Effect Of Oxidized Permalloy Nanofilms Upon Hydrogenation *Applied Surface Science*. – 2023. – V. 613. – P. 155937.
23. A.K. Sarychev, G. Barbillon, A. Ivanov Nanogap Plasmon Resonator: An Analytical Model *Applied Sciences*, № 13, 12882 (2023)
24. A.O. Sboychakov, A.V. Rozhkov, A.L. Rakhmanov, Triplet superconductivity and spin density wave in biased AB bilayer graphene, *Physical Review B* 2023, v. 108, no. 18, id. 184503 (13 pages).
25. A.S. Dotdaev, Ya.I. Rodionov, K.I. Kugel, B.A. Aronzon, Effects of anisotropy on the high field magnetoresistance of Weyl semimetals, *Physical Review B* 2023, v. 108, no. 16, id. 165125 (10 pages);
26. И.Е. Гобелко, А.В. Рожков, Д.Н. Дресвянкин,

- Переход металл-диэлектрик и другие электронные свойства двухслойного АВ-графена на ферромагнитной подложке,  
*Письма в ЖЭТФ* 2023, т. 118, вып. 9, с. 689–696.
27. Petr A. Igoshev, Sergey V. Streltsov, Kliment I. Kugel,  
Multiorbital exchange Hamiltonians: Derivation and examples,  
*Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 2023, v. 587, id. 171315 (8 pages).
28. Куликова Д.П., Бабурин А.С., Амирасланов А.А., Лотков Е.С., Пухов А.А., Родионов И.А., Барышев А.В.,  
Дорофеев А.В.  
Оптические свойства сверхтонких пленок Pd и Pt на кварцевой подложке и на пленках триоксида вольфрама.  
*Журнал радиоэлектроники*. – 2023. – №. 12.
29. I. V. Vovcenko, A. A. Zyablovsky, A. A. Pukhov, E. S. Andrianov  
Energy Transport Induced by Transition from Weak to Strong Coupling Regime Between Non-Hermitian systems  
*Journal of the Optical Society of America B*, 2023, Vol. 40, Issue 11, pp. 2990-2998.
30. Казанцев Ю.Н., Крафтмахер Г.А., Мальцев В.П., Солосин В.С.  
Радиопоглотитель с высокой угловой устойчивостью резонансной частоты на основе искусственного магнитного проводника и резистивной пленки.  
*Радиотехника и электроника*. 2023. Т. 68. № 8. С. 811-816.
31. Е. Н. Шефтель, Е. В. Харин, В. А. Теджетов, К. Н. Розанов, С. Ю. Бобровский, Г. Ш. Усманова,  
Плѐнки FeZrN: статические и СВЧ магнитные свойства,  
*Физика и химия обработки материалов*, 2023, № 6, с. 31 – 38,
32. R. V. Gilmutdinov, N. L. Menshikh and S. A. Fedorov,  
"Application of Etalon for Measurement of Bistatic Parameters of Materials," 2022 *IEEE 8th All-Russian Microwave Conference (RMC), Moscow, Russian Federation*, 2023, pp. 394-396
33. R. V. Gilmutdinov, S. A. Fedorov and N. L. Menshikh,  
"Modernization of the Electromagnetic Field Formation System for Bistatic Measurements," 2023 *Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves (RSEMW), Divnomorskoe, Russian Federation*, 2023, pp. 92-95
34. N. L. Menshikh, N. P. Balabukha and V. S. Solosin,  
"Misphased Elliptic Horn Feed with a Kink of Generatrix for the Reflector MARC12,"  
2023 *Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves (RSEMW), Divnomorskoe, Russian Federation*, 2023 pp. 200-203
35. N. P. Balabukha, D. A. Konyaev and N. E. Shapkina,  
"Calculation of Bistatic RCS by the Values of the Electromagnetic Near-Field on a Small Area of Spherical Surface,"  
2023 *Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves (RSEMW), Divnomorskoe, Russian Federation*, 2023, pp. 12-15
36. Propoy M. I., Khlebnikov F. B., Konyaev D. A., Shapkina N. E.  
Problem of electromagnetic wave diffraction on asymmetric three-dimensional mirror collimator with rolled edges /  
2023 *Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves (RSEMW), Divnomorskoe, Russian Federation*, 2023, pp. 68-71
37. K. M. Baskov, V. N. Semenenko, S. Y. Bobrovskii, D. Y. Poddubnii, V. V. Yatsenko and T. A. Furmanova,  
"Creating a Luneburg Lens by 3D Printing,"  
2023 *Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves (RSEMW), Divnomorskoe, Russian Federation*, 2023, pp. 204-207
38. Alexey Politiko, Sergey Prosyepkin, V. N. Semenenko, V. A. Chistyayev, K. M. Baskov, V.A. Dyakonov  
Experimental bench for measuring electromagnetic properties of materials in the millimeter frequency range 75 to 110 GHz  
*Conference: Terahertz and Microwave Radiation: Generation, Detection and Applications (TERA-2023)*  
pp. 109-110

39. A.A. Politiko, V.A. Dyakonov, V.S. Anshin, V.N. Semenenko, V.A. Chistyayev  
MEASUREMENT OF RADIOPHYSICAL PROPERTIES OF MATERIALS AND COATINGS AT  
MICROWAVE FREQUENCIES IN A WIDE TEMPERATURE RANGE  
*Conference: Terahertz and Microwave Radiation: Generation, Detection and Applications (TERA-2023)*  
pp. 17-18
40. А.В. Рожков, А.О. Сбойчаков,  
Сюрприз модели Хаббарда: конкуренция множественных низколежащих упорядоченных состояний,  
*Современная электродинамика 2023, № 3(5), с. 4-12.*
41. Н. Е. Нефедкин, Е. С. Андрианов, А. А. Пухов, А. П. Виноградов  
Эффективное подавление фазового шума под действием внешней силы в линейном осцилляторе  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 3(5). – С. 13-22.*
42. А. В. Иванов, И. В. Быков, Г. Барбийон, А. К. Сарычев  
Оптические сенсоры на основе кремниевых дисковых резонаторов  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 3(5). – С. 38-45.*
43. А. В. Иванов, А. К. Сарычев, Н. В. Бахолдин, И.В. Быков, И.А. Рыжиков  
Компьютерное моделирование гигантского комбинационного излучения молекул в сферической  
металлической оболочке  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 3(5). – С. 30-37*
44. Балабуха Н.П., Зубов А.С., Меньших Н.Л., Никитенко А.В., Солосин В.С.  
Оценка влияния отражения от потолка БЭК на поле в рабочей зоне компактного полигона в Зависимости от  
угла поворота пирамидального РПМ  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 1(3). – С. 4-9.*
45. Н. П. Балабуха, А. С. Зубов, Н. Л. Меньших, В. С. Солосин  
Модернизация звездообразной кромки коллиматора МАРК-12  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 2(4). – С. 12-16.*
46. Балабуха Н.П., Булычев Е.В., Зубов А.С., Меньших Н.Л., Солосин В.С., Федоров С.А.  
Оценка влияния неидеальности поверхности зеркала коллиматора МАРК-12 на Распределение поля в  
рабочей зоне  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 3(5). – С. 23-29.*
47. Р. В. Гильмутдинов, Н. Л. Меньших, В. С. Солосин, С. А. Федоров  
Формирование диаграммы направленности широкополосной антенны для использования ее в качестве  
облучателя  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 4(6). – С. 30-37.*
48. Афанасьев К.Н., Богинская И.А., Седова М.В., Слипченко Е.А., Аверьянова А.Д., Рыжиков И.А.  
Эффект дополнительного усиления амплитуды ГКР спектров миоглобина, осажденного под воздействием  
ультразвука на предварительно наноструктурированную поверхность пленок Ag  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 1(3). – С. 42-50.*
49. А. М. Лебедев, Т. А. Фурманова  
Диффузное рассеяние системой металлических треугольников  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 1(3). – С. 30-35.*
50. А. В. Артемова, С. С. Маклаков, В. А. Гаранов, И. Н. Беляйков  
Анализ термической стойкости порошковых материалов на основе железа  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 1(3). – С. 36-41.*
51. Долматов А.В., Маклаков С.С., Гаранов В.А., Беляйков И.Н., Петров Д.А., Ширяев А.О., Осипов А.В.,  
Старостенко С.Н.  
Учёт формы частиц наполнителей композиционных материалов при гранулометрическом анализе для  
оценки диэлектрической проницаемости  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 1(3). – С. 10-16*
52. В. Н. Кисель, А. С. Кожеко

- Выбор электродинамических параметров покрытия внутренней поверхности металлической полости  
*Современная электродинамика*. – 2023. – № 1(3). – С. 17-29.
53. А. И. Ignatov, А. М. Merzlikin  
Brewster-like reflectionless transmission of evanescent waves through a plane two-media interface  
*Modern Electrodynamics*. – 2023. – No. 2(4). – P. 4-11.
54. Е. С. Андрианов, А. П. Виноградов  
Квантование плазмона  
*Современная электродинамика*. – 2023. – № 2(4). – С. 26-33.
55. А. В. Дорофеенко, И. А. Нечепуренко, А. П. Базакуца, О. В. Бутов  
Модель волоконного эрбиевого усилителя для анализа распространения полезного сигнала и шумов  
*Современная электродинамика*. – 2023. – № 2(4). – С. 17-25.
56. А. Р. Vinogradov, А. V. Dorofeenko  
Quasistatic (localized) plasmons: from Langmuir to Ferrell  
*Modern Electrodynamics*. – 2023. – No. 4(6). – P. 38-49
57. П. А. Иванов, Д. А. Петров, К. Н. Розанов  
Влияние близости короткозамыкателя к исследуемому образцу на измерение материальных параметров в квази-ТЕМ приближении в полосковой линии  
*Современная электродинамика*. – 2023. – № 4(6). – С. 20-29.
58. А. П. Виноградов, А. А. Лисянский  
Комментарий к Статье А. Смекала  
«К квантовой теории рассеяния»  
*Современная электродинамика*. – 2023. – № 4(6). – С. 50-57.
59. Иванов А.В., Сарычев А.К.  
Электромагнитная модель гигантского комбинационного излучения молекул в сферической металлической оболочке  
*Спецвыпуск «Фотон-Экспресс-Наука» № 6 (190), стр.115 (2023)*
60. А.К. Sarychev, А. V. Ivanov, I.V. Bykov, N.V. Bakholdin, К.Е. Mochalov, M.S. Shestopalova, V.A. Oleinikov, V.A. Gushchin, I.R. Nabiev, A. Sukhanova  
Planar SERS sensors for SARS-CoV-2 virus detection  
*IEEE Proceedings, DAYS on DIFFRACTION 2023, pp.1-4*
61. А.К. Sarychev, А. V. Ivanov, I.V. Bykov, К.Е. Mochalov, M.S. Shestopalova, V.A. Oleinikov  
Electromagnetic theory of SERS effect of molecules encapsulated in spherical metal shell  
*IEEE Proceedings, DAYS on DIFFRACTION 2023, pp.193-199*
62. Сарычев А.К., Иванов А.В., Быков И.В., Шестопалова, М.С., Олейников В.А., Басманов Д.В., Прусаков К.А., Мочалов К.Е.  
Гигантское комбинационное излучение молекул в сферической металлической оболочке  
*Прикладная фотоника, Т10, №7 (2023), стр.32*
63. БОГИНСКАЯ И. А., ЗВЯГИНА Ю. Ю., РЫЖИКОВ И. А., СЕДОВА М. В., СЛИПЧЕНКО Е. А.  
Исследование свойств и количественное определение ферментов и белков с помощью ГКР спектроскопии на ГКР-активных подложках  
*Успехи химии (направлена в журнал)*
64. Осипов А.В., Бобровский С.Ю., Зезюлина П.А., Лагарьков А.Н., Маклаков С.А., Маклаков С.С., Петров Д.А., Розанов К.Н., Рыжиков И.А., Ширяев А.О.,  
Ламинированные наноматериалы для СВЧ: возможности и ограничения  
*Современная электродинамика*. – 2023. – № 5(7). – С. 39-57
65. К.М. Басков, И.И. Краснолобов, В.Н. Семененко, Т.А. Фурманова, В.А. Чистяев.  
Метаматериал с повышенной механической прочностью и диэлектрической проницаемостью близкой к единице. Совершенствование конструкции

66. Басков К.М., Краснолобов И.И., Лебедев А.М., Семененко В.Н., Фурманова Т.А.  
Оценка интенсивности рассеяния узкими полыми щелями при учёте адмиттанса внешней области  
*Современная электродинамика, 2023. Т. 2, №6. с.22 - 37*
67. Р. В. Гильмутдинов, Н. Л. Меньших, В. С. Солосин, С. А. Федоров  
Исследование возможности применения широкополосной антенны в качестве облучателя коллиматора  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 5(7). – С. 23-29.*
68. Сбойчаков, А. О.  
О магнитной энергии ферромагнитной частицы с полостью  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 5(7). – С. 15-22.*
69. А. О. Сбойчаков, А. В. Рожков  
Электрон-электронное взаимодействие в подкрученном двухслойном графене при больших углах подкрутки: перенормировка параметров Ферми-жидкости  
*Современная электродинамика. – 2023. – № 5(7). – С. 4-14.*
70. E. S. Andrianov, A. A. Pukhov, A. P. Vinogradov, A. V. Dorofenko  
Narrowing the linewidth of a plasmonic nanolaser with an increase of coupling between a two-level system and a plasmonic nanoparticle  
*Modern Electrodynamics. – 2023. – No. 6(8). – P. 4-11*
71. Rodionov S.A., Kulikova D.P., Pomozov A.R., Afanasyev K.N., Merzlikin A.M., Baryshev A.V.  
Polarization features in optical spectra of partially oxidized permalloy nanofilms  
*Optical Materials. 2023. T. 145. C. 114484.*
72. Gan'shina E.A., Garshin V.V., Perova N.N., Pripechenkov I.M., Yurasov A.N., Yashin M.M., Rylkov V.V., Granovskii A.B.  
Magneto-optical Kerr Spectroscopy of Nanocomposites  
*Journal of Experimental and Theoretical Physics. 2023. T. 137. № 4. C. 572-581.*
73. Vovchenko I.V., Shishkov V.Yu., Zyablovsky A.A., Andrianov E.S.  
Erratum to: Model for the Description of the Relaxation of Quantum-Mechanical Systems with Closely Spaced Energy Levels  
*JETP Letters. 2023. T. 117. № 6. C. 485.*
74. Алешновский В.С., Безрукова А.В., Авиллов В.К., Газарян В.А., Курбатова Ю.А., Куричева О.А., Чуличков А.И., Шапкина Н.Е.  
Восстановление пропусков во временных рядах концентрации CO<sub>2</sub> и температуры воздуха методом математической статистики  
*Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2023. № 3. С. 2330101.*
75. Alam J., Zedan A.Kh.Kh., Nematov M.G., Yudanov N.A., Kurochka A.S., Nuriev A.V., Panina L.V., Kostishin V.G.  
High-Frequency Magnetic Impedance in (CoFeNi)BSi and (CoFeCrMo)BSi Amorphous Microwires in a Glass Sheath near the Curie Temperature  
*Physics of Metals and Metallography. 2023. T. 124. № 1. C. 1-7.*
76. Gan'shina E.A., Pripechenkov I.M., Perova N.N., Kanazakova E.S., Nikolaev S.N., Sitnikov A.S., Granovskii A.B., Ryl'kov V.V.  
Erratum to: Magneto-Optical Spectroscopy of Nanocomposites (CoFeB)<sub>x</sub>(LiNbO<sub>3</sub>)<sub>100-x</sub> with Concentrations up to the Percolation Threshold: From Superparamagnetism and Superferromagnetism to Ferromagnetism  
*Physics of Metals and Metallography. 2023. T. 124. № 10. C. 1066.*
77. Sergeev T.T., Zyablovsky A.A., Andrianov E.S., Lozovik Yu.E.  
Self-consistent description of relaxation processes in systems with ultra- and deep-strong coupling  
*Journal of the Optical Society of America B: Optical Physics. 2023. T. 40. № 11. C. 2743.*
78. Prudnikova M.V., Prudnikov V.N., Dubenko I., Granovskii A.B.

Ni-Based Alloys for Magnetic Hyperthermia: Comparison of Direct and Indirect Methods for Determining Magnetocaloric Parameters

*Inorganic Materials: Applied Research*. 2023. T. 14. № 4. С. 1024-1027.

79. Tereshchenkov E.A., Shishkov V.Yu., Andrianov E.S.

Collapses and revivals of polarization and radiation intensity induced by strong exciton-vibron coupling  
*Physical Review B*. 2023. T. 108. № 1. С. 014311.

80. Rozhkov A.V., Sboychakov A.O., Rakhmanov A.L.

Ordering in the SU(4)-symmetric model of AA bilayer graphene  
*Physical Review B*. 2023. T. 108. № 20. С. 205153.

81. Shendrikova L.A., Perov N.S., Buznikov N.A.

Impedance of Structures with Non-uniform Current Distribution  
*Nanobiotechnology Reports*. 2023. T. 18. № S2. С. S341-S344.

82. Е. Н. Шефтель, Е. В. Харин, В. А. Теджетов, К. Н. Розанов, С. Ю. Бобровский, Г. Ш. Усманова,

Плѐнки FeZrN: статические и СВЧ магнитные свойства,  
*Физика и химия обработки материалов*, 2023, № 6, с. 31 – 38,

#### **4. Международная деятельность**

В 2023 году по тематике Института совместно с зарубежными организациями было подготовлено 3 статьи.

1. A. L. Rakhmanov, A. V. Rozhkov, A. O. Sboychakov, and Franco Nori,  
Half-metal and other fractional metal phases in doped, AB bilayer graphene,  
*Physical Review B*, 2023, v. 107, no.15 155112.

2. Kai Sun, Xuechun Yang, Yuan Yuan, Jinjiu Qi, Boyang Liu, Andrey Karlovich Sarychev, Runhua Fan

Microwave absorption performance of magnetic-dielectric Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@C@PPy composites with a core-double-shell structure prepared by a low-temperature self-propagation method  
*Ceramics International* Volume 49, Issue 22, Part B, 15 November 2023, Pages 35782-35791

3. A.K. Sarychev, G. Barbillon, A. Ivanov

Nanogap Plasmon Resonator: An Analytical Model  
*Applied Sciences*, № 13, 12882 (2023)

#### **5. Материально-техническое обеспечение**

1. ИТПЭ РАН располагает соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех предусмотренных учебным планом видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки обучающихся аспирантов.

ИТПЭ РАН имеет специальных помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет". Обучающимся обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

2. На всех компьютерах, используемых на занятиях и для научно-исследовательской работы, установлено требуемое лицензионное программное обеспечение.

3. ИТПЭ РАН обладает собственными сетевыми сервисами для обслуживания электронной почты (@itae.ru) и WEB-сервером (itae.ru), Доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде открыт для аспирантов на протяжении всего времени обучения.

4. Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН обеспечивает каждого аспиранта необходимой научной литературой.

В соответствии с договором № 01-07/07-2007 от 21.01.2007 Институт пользуется услугами библиотеки Объединенного института высоких температур РАН.

5. Лаборатории Института оснащены оборудованием для проведения научных исследований в области электрофизики, электродинамики, техники СВЧ и родственных направлений в соответствии с паспортом специальности.

#### ***Уникальная научная установка "Нанослой" (УНУ «Нанослой»)***

Установка представляет собой комплекс по прецизионному нанесению и контролю покрытий.

УНУ создана на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук (ИТПЭ РАН), расположенного по адресу 125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.6.

#### **Состав УНУ:**

– Вакуумные установки

– Установка вакуумного напыления "УВН-Луна" (ИТПЭ РАН, Россия) 2010 г. выпуска предназначена для магнетронного распыления металлических, оксидных и полимерных покрытий на крупногабаритные детали размером до 3,5 метров или групповую обработку подложек.

– Установка нанесения покрытий УРМ 3-279.072 (ООО Кварц, Россия) 1989 г. выпуска предназначена для нанесения покрытий методом электронно-лучевого испарения в вакууме, оснащена системой оптического контроля характеристик наносимых слоев и их комбинаций, позволяет создавать многослойные оптические покрытия и фотонные кристаллы с заданными свойствами, различные функциональные и многофункциональные структуры для использования в широком спектральном диапазоне.

#### **Средства исследования и контроля, включенные в комплекс:**

– Спектрометр комбинационного рассеяния Alpha300 R (WiTec, Германия) 2013 г. выпуска. Конфокальный двухдиапазонный микроскоп-спектрометр комбинационного рассеяния, предназначенный, как для исследования свойств создаваемых структур, так и для контроля их функциональных характеристик, в частности, сенсорных и усиливающих,

на создаваемых наноструктурированных и метаповерхностях. Без метрологического обеспечения.

– Микроскоп мультимодовый сканирующий зондовый Solver Pro (NT-MDT, Россия) 2005 г. Атомно-силовой микроскоп, позволяющий контролировать рельеф создаваемых покрытий на наноразмерном уровне. Без метрологического обеспечения.

– Комплекс автоматического исследования топографии New View 7200 (Zygo, США) 2009 г. выпуска. Интерференционный топограф, обеспечивающий топографирование больших поверхностей с точностью до единиц нанометров. Без метрологического обеспечения.

#### Применяемые методики измерений:

– Регистрация сил Ван-дер-Ваальса для измерения рельефа поверхности;

– Интерферометрическое сканирование поверхности;

– Регистрация спектров комбинационного рассеяния.

#### Основные направления исследований, проводимые с использованием уникальной установки:

– Исследования и разработки в области создания новых тонкоплёночных материалов с многоуровневой структурой.

– Исследование фундаментальных основ создания наноструктурированных и наноразмерных систем, функционирующих в широком диапазоне электромагнитного излучения.

– Разработка специальных материалов и покрытий.

– Разработка функциональных материалов для сенсорных устройств.

– Комплексная характеристика тонкоплёночных материалов.

– Разработка технологий и создание технологического оборудования для нанесения полимерных покрытий в вакууме.

#### Выполняемые типовые работы:

– Создание тонкоплёночных покрытий с заданными оптическими характеристиками и контроль их морфологических и спектральных характеристик.

– Создание наноструктурированных металлических покрытий для реализации ГКР эффекта (гигантского комбинационного рассеяния) и их апробирование.

– Стоимость работ определяется индивидуально по соглашению сторон в зависимости от сложности работ.

#### План работы уникальной установки

1. Формирование тонкоплёночных наноструктурированных покрытий на основе серебра для наноплазмонных применений.

2. Разработка методик анализа биологических аналитов с использованием метода ГКР.

#### Выполненные работы и оказанные услуги

– Предложена методика для количественного определения гликированного альбумина в модельной плазме крови на основе сывороточного альбумина человека [1].

– Впервые были получены и исследованы ГКР спектры ангиотензинпревращающего фермента из разных источников (сердца, легких, семенной жидкости человека) с целью

определения АПФ из сердца как маркера кардиальных рисков на фоне других гликозилированных АПФ [2].

[1] Slipchenko E.A.; Boginskaya I.A.; Safiullin R.R.; Ryzhikov I.A.; Sedova M.V.; Afanasev K.N.; Nechaeva N.L.; Kurochkin I.N.; Merzlikin A.M.; Lagarkov A.N. SERS Sensor for Human Glycated Albumin Direct Assay Based on Machine Learning Methods. Chemosensors 2022, 10, 520.

<https://doi.org/10.3390/chemosensors10120520>

[2] Boginskaya I.; Safiullin R.; Tikhomirova V.; Kryukova O.; Nechaeva N.; Bulaeva N.; Golukhova E.; Ryzhikov I.; Kost O.; Afanasev K.; Kurochkin I. Human Angiotensin I-Converting Enzyme Produced by Different Cells: Classification of the SERS Spectra with Linear Discriminant Analysis. Biomedicines 2022, 10, 1389.

<https://doi.org/10.3390/biomedicines10061389>

*В Институте имеется оборудование для проведения исследований и разработки технологий применения радиопоглощающих покрытий и материалов в конструкциях антенных систем для оптимизации их радиотехнических характеристик.*

*В Институте имеется оборудование для проведения исследований электрофизических, радиофизических, магнитных и других свойств однородных и неоднородных сред с целью создания новых материалов для применения в СВЧ диапазоне частот.*

*В ИТПЭ РАН работает уникальный измерительный стенд, позволяющий проводить в широком диапазоне частот исследования фундаментальных явлений дифракции и уникальные измерения для прикладных целей таких, как разработка и создание безэховых камер, изучение рассеивающих свойств объектов сложной геометрической формы и исследование радиотехнических параметров антенн.*

6. В ИТПЭ РАН функционирует многопроцессорный вычислительный комплекс (кластер), предназначенный для выполнения научно-технических расчетов. Комплекс работает под управлением операционной системы Linux, в состав специализированного программного обеспечения комплекса входит пакет электродинамического моделирования FEKO, трансляторы языков программирования Fortran и C++. Доступ к кластеру обеспечивается с рабочих станций, работающих в среде Windows. Организационные вопросы обеспечения расчетов решаются в соответствующем структурном подразделении Института - вычислительном центре.

## 6. Финансово-экономическая деятельность

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя тыс. руб.	
		2022	2023
1	Финансовая результативность научной организации по источникам дохода, в том числе средства, полученные:	844771,0	1117738,7
	а на выполнение государственных заданий	175877,1	132340,6
	б на конкурсной основе из бюджетов всех уровней	19120,3	78270
	в на конкурсной основе из внебюджетных источников	0	0
	г из иностранных источников	1866,6	0
	д из внебюджетных источников на иные цели	649773,6	907128,1
2	Финансовая результативность научной организации по видам выполненных работ и оказанных услуг, в том числе		
	а исследования и разработки	1292881,3	1566306,1
	б научно-технические услуги	0	0
	в от использования результатов интеллектуальной деятельности	0	0
	г товары, работы и услуги производственного характера	0	0
	д иные доходы, не связанные с научными, научно-техническими услугами и разработками	0	0
3	Стоимость основных средств и нематериальных активов, в том числе:	118101,9	196422,6
	а зданий и сооружений	23299,4	26608,5
	б машин и оборудования	89183,3	164183,4
	в нематериальных активов	5458,3	5519,1
4	Внутренние текущие затраты на научные исследования и разработки в том числе:	760697,5	1009558
	а фундаментальные исследования	130115,9	141623,3
	б поисковые исследования	0	0
	в прикладные исследования	39584,5	54401,9
	г экспериментальные разработки	590997,1	813532,8
5	Внешние затраты на исследования и разработки	0	100
6	Затраты на оплату труда работников, выполнявших научные исследования и разработки	459301,0	628295,4

## 7. Основные показатели деятельности

### Научно-исследовательская деятельность

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя	
		2022	2023
1	Число публикаций организации, индексируемых в Web of Science, шт	0	0
2	Число публикаций организации, индексируемых в Scopus, шт	0	0
3	Число публикаций организации, индексируемых в РИНЦ, шт	34	31
4	Цитируемость публикаций организации, индексируемых в Web of Science	0	0

5	Цитируемость публикаций организации, индексируемых в Scopus	0	0
6	Цитируемость публикаций организации, индексируемых в РИНЦ	4875	5206
7	Количество выпущенной конструкторской и технологической документации, шт	14	38
8	Количество созданных результатов интеллектуальной деятельности, шт	3	8
9	Численность работников, выполнявших исследования и разработки, в том числе:	232	248
	исследователей, из них	54	55
	кандидатов наук	26	27
	докторов наук	11	11
	в возрасте до 39 лет	13	14
10	Количество научных журналов, в том числе электронных, издаваемых организацией	1	1
11	Количество грантов, полученных организацией	2	3
12	Количество проектов, финансируемых из внебюджетных источников	29	
13	Численность защитивших диссертационные работы		
	а кандидатских	2	0
	б докторских	0	0

**Образовательная деятельность**

Информация о результатах приема:

Год	Шифр научной специальности и	Наименование научной специальности	Уровень образования	Форма обучения	Кол-во мест в рамках КЦП	Результаты приема обучающихся за счёт (количество человек):	Бюджетных ассигнований федерального бюджета	
							Всего	из них численность обучающихся, являющихся иностранными гражданами
2022	1.3.13	Электрофизика, электрофизические установки	Аспирантура	Очная	1	1	1	0
2023	1.3.13	Электрофизика, электрофизические установки	Аспирантура	Очная	1	1	1	0

Информация о численности обучающихся по реализуемым образовательным программам:

Год	Шифр научной специальности	Наименование научной специальности	Уровень образования	Форма обучения	Общая численность обучающихся за счёт:	Бюджетных ассигнований федерального бюджета	
						Всего	из них численность обучающихся, являющихся иностранными гражданами
2022	1.3.13	Электрофизика, электрофизические установки	Аспирантура	Очная	4	4	0
2023	1.3.13	Электрофизика, электрофизические установки	Аспирантура	Очная	4	4	0

Ученый секретарь ИТПЭ РАН



А.Т. Кунавин