

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Программа одобрена  
на заседании  
Ученого совета ИТПЭ РАН

Протокол № 2  
« 12 » апреля 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор  
д.ф.-м.н.

/К.Н. Розанов/

« 12 » апреля 2022 г.



**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**СПЕЦИАЛЬНОСТЬ:**

**1.3.13. - Электрофизика, электрофизические установки**  
(код и наименование направления подготовки)

**Физико-математические, технические науки**  
(отрасль науки)

Форма обучения: **очная**

Москва, 2022 г.

## Содержание

I. Общая характеристика программы аспирантуры .....	3
II. Учебные планы.....	4
III. Структура образовательной программы.....	4
IV. Календарный учебный график.....	5
V. Рабочие программы дисциплин.....	6
VI. Условия реализации образовательной программы .....	6

## **I. Общая характеристика программы аспирантуры по научной специальности**

### **1.3.13. «Электрофизика, электрофизические установки»**

ООП подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программ аспирантуры) сформирована в соответствии с:

- Федеральным законом Российской Федерации: «Об образовании в Российской Федерации» (ФЗ от 29.12.2012 г. № 273)
- Федеральным законом "О внесении изменений в Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" и отдельные законодательные акты Российской Федерации" (ФЗ от 30 декабря 2020 г. N 517)
- Приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»
- Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122)
- Нормативно-методическими документами Министерства науки и высшего образования РФ
- Уставом ИТПЭ РАН

Объем основных образовательных программ, реализуемых в данном направлении подготовки, составляет 8640 академических часов (240 зачетных единиц).

Срок обучения по очной форме 4 года.

Объем программы аспирантуры в очной форме обучения, реализуемый за один учебный год, составляет 2160 академических часов (60 зачетных единиц).

Язык преподавания – русский

Область науки:

#### 1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

#### 1.3. Физические науки

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

Физико-математические, технические

Шифр научной специальности:

1.3.13. Электрофизика, электрофизические установки

### ***Направления исследований:***

1. 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.
2. Исследования магнитоактивных материалов, включая наноманитные материалы, сверхпроводники, магнитные полупроводники.
3. Исследования, направленные на создание композитных материалов, технологии их формирования.
4. Разработка сверхчувствительных биологических и химических сенсоров на основе плазмонных и диэлектрических метаматериалов.
5. Оптимизация радиотехнических характеристик антенно-фидерных систем и решение проблем электромагнитной совместимости.
6. Разработка и создание безэховых камер.

### **II. Учебные планы**

Реализация программ аспирантуры осуществляется на основе учебных планов, разрабатываемых и утверждаемых Институтом самостоятельно. Перечень этапов освоения образовательного компонента программы аспирантуры, распределение курсов дисциплин (модулей) и практики определяются учебным планом. На основе учебного плана программы аспирантуры для каждого обучающегося формируется индивидуальный учебный план, который обеспечивает освоение программы аспирантуры на основе индивидуализации ее содержания.

План научной деятельности включает в себя примерный план выполнения научного исследования, план подготовки диссертации и публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, а также перечень этапов освоения научного компонента программы аспирантуры, распределение указанных этапов и итоговой аттестации аспирантов. Индивидуальный план научной деятельности предусматривает осуществление аспирантом научной (научно-исследовательской) деятельности, направленной на подготовку диссертации в соответствии с программой аспирантуры.

### **III. Структура образовательной программы**

	<b><i>Наименование компонентов программы аспирантуры и их составляющих</i></b>
1	Научный компонент
1.1	Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите
1.2	Подготовка публикаций и (или) заявок на патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения, свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин, баз данных, топологий интегральных микросхем, предусмотренных абзацем

	четвертым пункта 5 федеральных государственных требований
1.3	Промежуточная аттестация по этапам выполнения научного исследования
2	Образовательный компонент
2.1	Дисциплины (модули), в том числе элективные, факультативные дисциплины (модули) (в случае включения их в программу аспирантуры (или) направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов)
2.2	Практика
2.3	Промежуточная аттестация по дисциплинам (модулям) и практике
3	Итоговая аттестация

В рамках осуществления научной (научно-исследовательской) деятельности аспирант решает научную задачу, имеющую значение для развития соответствующей отрасли науки, либо разрабатывает новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Контроль качества освоения программ аспирантуры включает в себя текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию аспирантов и итоговую аттестацию аспирантов.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку хода этапов проведения научных исследований, освоения дисциплин (модулей), прохождения практики в соответствии с индивидуальным планом научной деятельности и индивидуальным учебным планом.

Промежуточная аттестация аспирантов обеспечивает оценку результатов осуществления этапов научной (научно-исследовательской) деятельности, результатов освоения дисциплин (модулей), прохождения практики в соответствии с индивидуальным планом научной деятельности и индивидуальным учебным планом.

Сдача аспирантом кандидатских экзаменов относится к оценке результатов освоения дисциплин (модулей), осуществляемой в рамках промежуточной аттестации.

Итоговая аттестация по программам аспирантуры проводится в форме оценки диссертации на предмет ее соответствия критериям, установленным в соответствии с Федеральным законом «О науке и государственной научно-технической политике».

#### **IV. Календарный учебный график**

Календарный учебный график отражает организацию образовательного процесса по периодам обучения.

Общая трудоемкость образовательной программы составляет 8640 академических часов (240 зачетных единиц). Трудоемкость каждого учебного года в очной аспирантуре составляет 2160 академических часов (60 зачетных единиц). В рамках

каждого учебного года выделяются 2 семестра. Продолжительность каникул составляет 6 недель, включая каникулы после итоговой аттестации.

В каждом семестре аспиранту предоставляется возможность параллельного освоения дисциплин (модулей), прохождения практики, осуществления научных исследований в соответствии с индивидуальным учебным планом.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляются в зачетно-экзаменационной форме по утвержденному расписанию.

## **V. Рабочие программы дисциплин**

Для программы аспирантуры разработаны рабочие программы реализуемых обязательных и вариативных дисциплин: «Электрофизика, электрофизические установки», «Электрофизика и электродинамика композитных материалов с новыми электрофизическими, оптическими и радиофизическими свойствами», «Процессы синтеза новых метаматериалов», «Электрофизические свойства наноструктурированных магнитоэлектрических материалов», «Оптические свойства упорядоченных и частично упорядоченных плазмонных наноструктур, включая нанокompозиты и плазмонные лазеры», «Радиофизические характеристики сложных объектов и разработка средств изменения этих характеристик», «Магнитоактивные материалы, включая наноманитные материалы, сверхпроводники, магнитные полупроводники», учебной практики аспирантов, итоговой аттестации аспирантов.

## **VI. Условия реализации образовательной программы**

### ***Кадровые условия реализации***

Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН (ИТПЭ РАН) выделен в 2007 г. из состава Объединенного института высоких температур РАН в целях расширения фундаментальных и прикладных исследований в области электрофизики и электродинамики.

Основными направлениями деятельности Института являются исследования в области электрофизики и электродинамики композитных материалов, в том числе исследования, направленные на создание технологии формирования многофункциональных наноматериалов с новыми свойствами в радио-, микроволновом и оптическом диапазонах частот, предназначенных для нужд авиакосмической промышленности, приборостроения, энергетики, транспорта и медицины. Проводятся исследования в области прикладной сверхпроводимости и электродинамики магнитоактивных сред. Институт хорошо известен своими передовыми разработками в области стелс-технологий (технологий снижения заметности спецтехники).

1. Квалификация руководящих работников, научных работников и научных сотрудников, осуществляющих преподавательскую деятельность в ИТПЭ РАН

(далее – преподавателей), соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования", утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. № 1н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., регистрационный N 20237) и профессиональным стандартам (при наличии).

2. Среднегодовое число публикаций сотрудников ИТПЭ РАН в расчете на 100 человек (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет 110 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, а также 95 в журналах РИНЦ.

3. В ИТПЭ РАН среднегодовой объем финансирования научных исследований на одного преподавателя (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет величину не менее, чем величина аналогичного показателя мониторинга системы образования, утверждаемого Министерством образования и науки Российской Федерации.

4. Доля имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу аспирантуры, должна составлять не менее 75 процентов.

5. Научный руководитель, назначенный обучающемуся, должен:

- иметь ученую степень доктора наук или кандидата наук, или ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации;
- осуществлять научную (научно-исследовательскую) деятельность (участвовать в осуществлении такой деятельности) по соответствующему направлению исследований в рамках научной специальности за последние три года;
- иметь публикации по результатам осуществления указанной научной (научно-исследовательской) деятельности в рецензируемых отечественных и (или) зарубежных научных журналах и изданиях;
- осуществлять апробацию результатов указанной научной (научно-исследовательской) деятельности, в том числе участвовать с докладами по тематике научной (научно-исследовательской) деятельности на российских и (или) международных конференциях, за последние три года.

### ***Материально-технические и учебно-методические условия реализации***

1. ИТПЭ РАН, реализующий ООП аспирантуры, располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех предусмотренных учебным планом ИТПЭ РАН видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки

обучающихся и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

ИТПЭ РАН имеет специальные 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.

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

В Институте построены уникальные установки для экспериментальных исследований.

Создана установка для получения нанокomпозиционных металло-полимерных покрытий на основе поли-пара-ксилилена методом соосаждения в вакууме, которая состоит из зоны сублимации, зоны пиролиза, реактора полимеризации, охлаждаемой ловушки, вакуумной системы, эффузионной ячейки типа Кнудсена и охлаждаемого жидким азотом подложкодержателя. Наночастицы серебра, внедренные в матрицу полимера, формируют материал с необычными электрофизическими свойствами. Разработана технология создания функциональных тонкопленочных наноструктурированных композитных материалов при полимеризации из газовой фазы и методика исследования их электрофизических характеристик.

Вакуумная установка, оснащённая криогенным вакуумным насосом, предназначена для получения ферромагнитных микро- и нано-плёнок и многослойных структур на их основе на жёстких и гибких подложках. Для нанесения ферромагнитных материалов (Fe, Fe<sub>x</sub>Co<sub>1-x</sub>, Ni, ...) используют планарное магнетронное устройство РМ1-РМ-50/1-02-02, работающее на постоянном токе. Управление тлеющим разрядом осуществляется при помощи модернизированного блока питания. Размер мишени Fe<sub>70</sub>Co<sub>30</sub> составляет 22,5 × 12,2 см<sup>2</sup>. Плёнки диэлектриков наносятся магнетроном РМ1-227×112/5-02-RF, который питается от ВЧ генератора Alcatel. Магнетронные устройства расположены под углом 90°; потоки частиц, создаваемые ими, не пересекаются. В подколпачное пространство напускается газ высокой чистоты (Ar, N<sub>2</sub>, смеси). Схема напуска газа собрана на основе системы СНА-2. Контроль высокого вакуума осуществляют при помощи вакуумметра магнитного электроразрядного ВМБ-8. В качестве держателя подложки используют вращающийся металлический барабан. Конструкция установки позволяет получать плёнки размером до 18 × 60 см<sup>2</sup>. Для предварительной очистки подложки и увеличения адгезии плёнки имеется ионный источник IST-250/3,0.



Установка «УВН ЛУНА» предназначена для напыления ионно-плазменными методами покрытий в вакууме на крупногабаритные плоские и криволинейные поверхности с предварительной ионной очисткой поверхности изделий. Установка предназначена для использования при разработке и изготовлении новых многослойных тонкопленочных многофункциональных материалов и покрытий с заданными характеристиками в микроволновом и оптическом диапазонах. Внутри камеры смонтированы робототехническая система пространственного перемещения магнетрона, на полярном механизме которого закреплено магнетронное устройство ПМ-170/10-02; система освещения вакуумной камеры; технологическое устройство для фиксации заготовок. На установке проводят работы по нанесению всех видов оксидных и металлических слоев и композиций на их основе (в том числе полупроводниковых и золота), созданию оптически прозрачных полимерных покрытий методом плазменной полимеризации. Роботизированный комплекс для перемещения источников позволяет наносить покрытия на поверхности второго порядка с размерами: по длине до 270 см, по ширине до 265 см, по высоте до 150 см.

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.

2. 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.

3. ИТПЭ РАН обладает собственными сетевыми сервисами для обслуживания электронной почты (@itae.ru) и WEB-сервером (itae.ru), доступом к полнотекстовым версиям ведущих отечественных и зарубежных журналов (электронная библиотека РФФИ, электронная библиотека МФТИ, электронные ресурсы издательства Springer, журналы Американского Физического Общества, журналы Американского Института Физики, электронные ресурсы издательства ЮР, электронные ресурсы издательства Nature Publishing Group и т.д.).

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

5. Доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде открыт для аспирантов на протяжении всего времени обучения и включает в себя доступ к:

- Системам цитирования и поиска по периодическим изданиям:
  - Scitation
  - ISI Web of Knowledge
  - РИНЦ
- Журналам Американского Физического Общества
  - APS Journals (все журналы)
  - Physical Review Letters
  - Physical Review A
  - Physical Review B
  - Physical Review C
  - Physical Review D
  - Physical Review E
  - Reviews of Modern Physics
  - Physical Review Online Archive
  - Поиск по журналам APS
- Журналам Американского Института Физики (J. Appl. Phys., J. Chem. Phys., Phys. Fluids и т.д.):
  - Электронным ресурсам издательства Nature Publishing Group:
    - Nature
    - Nature Materials
    - Nature Physics
  - Contents of the SPIE Digital Library
- Электронным ресурсам издательства Taylor & Francis (Molecular Physics, High Pressure Research, Advances in Physics..., всего более 1500)
- Электронным ресурсам издательства Springer (Applied Physics, European Physical Journal, High Pressure и т.д., всего более 150 журналов по физике)
- Платформе ScienceDirect, онлайн база данных ресурсов издательства Elsevier
- Электронной библиотеке РФФИ E-Library
- Электронной библиотеке МФТИ.

Зам.директора  
по научной работе ИТПЭ РАН



А.М. Мерзликин

Программу разработал



А.М. Мерзликин

Ученый секретарь, заведующий  
аспирантурой ИТПЭ РАН



А.Т. Кунавин