

Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт сильноточной электроники  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(ИСЭ СО РАН)



УТВЕРЖДАЮ  
директор ИСЭ СО РАН  
академик РАН

*Н. А. Ратахин*  
Н. А. Ратахин

«*24*» *августа* 2018 г.

## Пояснительная записка

к основной профессиональной образовательной программе высшего образования — программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

по направлению подготовки кадров высшей квалификации

**03.06.01 Физика и астрономия**

по профилю (направленности) подготовки

**«Физическая электроника»**

Присваиваемая квалификация:  
«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Специальность кандидатского экзамена:  
01.04.04 — физическая электроника

---

Томск—2018

## 1. Общие положения

Настоящая основная профессиональная образовательная программа высшего образования — программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее — программа аспирантуры, ОПОП) реализуется Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтom сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭ СО РАН) на основании бессрочной лицензии на право ведения образовательной деятельности, выданной 05.04.2012 г. за регистр. № 2668, с приложением № 1.2, переоформленным согласно распоряжению Рособнадзора РФ от 05.06.2015 г. № 1924-06.

Программа разработана на основании:

- Федерального Закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Приказа Министерства образования и науки РФ от 19 ноября 2013 г. № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;

- Приказа Минобрнауки РФ от 12 августа 2011 г. № 2202 «Об утверждении Перечня специальностей научных работников технических и естественных отраслей наук, срок обучения по которым в аспирантуре (адъюнктуре) государственных и муниципальных образовательных учреждений высшего профессионального образования, образовательных учреждений дополнительного образования, научных организаций может составлять четыре года в очной форме, пять лет в заочной форме»;

- Приказа Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2013 г. № 1061 «Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования»;

- «Положения о подготовке научно-педагогических и научных кадров в системе послевузовского профессионального образования в Российской Федерации», утвержденного приказом Министерства общего и профессионального образования Российской Федерации № 814 от 27.03.1998 г.;

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного Приказом Министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 № 867;

- паспорта научной специальности 01.04.04 — физическая электроника, разработанного экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59 Номенклатуры специальностей научных работников (в редакции от 18.01.2011 г.).

## 2. Характеристика программы аспирантуры, направления подготовки и направленности (профиля) подготовки

### 2.1. Основные характеристики программы аспирантуры

К освоению программы допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего образования (специалитет или магистратура).

Обучение по программе осуществляется в очной форме.

Объем программы составляет 240 зачетных единиц.

Объем программы, реализуемый за один учебный год, составляет 60 зачетных единиц (з.е.), а при обучении по индивидуальному плану — не более 75 з.е.

Срок получения образования по программе аспирантуры составляет 4 года, при обучении по индивидуальному учебному плану — не превышает 4 года.

Данная ОПОП содержит элементы электронного обучения, но не является программой, реализуемой полностью на основе электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Реализация программы с использованием сетевой формы не осуществляется.

Образовательная деятельность по программе осуществляется на государственном языке Российской Федерации.

2.2. Паспорт научной специальности, на сдачу кандидатского экзамена по которой направлено освоение программы аспирантуры

*Шифр и наименование специальности:* 01.04.04 — физическая электроника.

*Формула специальности:*

Физическая электроника – область науки и техники, занимающаяся исследованием физических явлений, составляющих основу для разработок и создания новых электронных приборов и устройств.

*Области исследований:*

1. Эмиссионная электроника, включая процессы на поверхности, определяющие явления эмиссии, эмиссионную спектроскопию и все виды эмиссии заряженных частиц.

2. Твердотельная электроника, в том числе СВЧ- электроника, полупроводниковая электроника, акустоэлектроника, сверхпроводниковая электроника, спиновая электроника, оптоэлектроника, криоэлектроника.

3. Вакуумная электроника, включая методы генерирования потоков заряженных частиц, электронные и ионные оптические системы, релятивистскую электронику.

4. Физические явления в твердотельных микро- и наноструктурах, молекулярных структурах и кластерах; проводящих, полупроводниковых и тонких диэлектрических пленках и покрытиях.

5. Плазменная электроника, включая физические процессы в плазменных электронных приборах: СВЧ-генераторах, усилителях, плазменных (коллективных) ускорителях, плазменно-пучковых разрядах.

6. Изучение физических основ плазменных и лучевых (пучковых) технологий, в том числе модификации свойств поверхности, нанесение тонких пленок и пленочных структур.

Смежными специальностями считать: 01.04.07 — физика конденсированного состояния, 01.04.08 — физика плазмы, 01.04.10 — физика полупроводников, 01.04.13 — электрофизика, электрофизические установки; 05.27.02 — вакуумная и плазменная электроника.

3. Характеристика профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры, включает решение проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области физики, в том числе, в области физических явлений, составляющих основу для разработок и создания новых электронных приборов и устройств.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры, являются: физические, в том числе электронно-физические, системы различных типов, процессы их функционирования, а также физические и инженерно-физические технологии на их основе.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу аспирантуры:

1) Научно-исследовательская деятельность в области физики и астрономии, в том числе в области физической электроники;

2) Преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования в области физики и астрономии, в том числе в области физической электроники.

#### 4. Результаты освоения программы аспирантуры

В результате освоения ОПОП у выпускника аспирантуры происходит формирование следующих компетенций.

##### Универсальные компетенции:

УК-1: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

УК-2: способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

УК-3: готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

УК-4: готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

УК-5: способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

##### Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-1: способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-2: готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

##### Профессиональные компетенции в соответствии с направленностью программы и научной специальностью 01.04.04 — физическая электроника:

ПК-1: наличие широких, целостных и глубоких знаний об электронно-физических процессах в различных средах и структурах, в том числе процессов, составляющих основу для разработок и создания электронных приборов и устройств;

ПК-2: умение вычленять факторы, наиболее существенные в тех или иных электронно-физических системах, выполнять качественные оценки и количественные расчеты физических процессов, соответствующих этим факторам, оценивать и прогнозировать важнейшие параметры электронных систем, в том числе, составляющих основу электронных приборов и устройств.

#### 5. Структура программы аспирантуры

Структура программы аспирантуры (табл. 1) имеет базовую и вариативную составляющие и включает блоки: «Дисциплины», «Практики», «Научные исследования», «Государственная итоговая аттестация».

Таблица 1

Базовая / вариативная часть	Вид дисциплины	Наименование элемента ОПОП	Объ- ем в з.е.
Блок 1 «Дисциплины»			30
Дисциплины, в том числе направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов			9
Базовая	Иностранный язык (английский)		6
Базовая	История и философия науки		3
Дисциплины, в том числе направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена и направленные на подготовку к преподавательской деятельности			21
Дисциплины, в том числе направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена			
Вариат.	обязательная	1. Управление научными исследованиями и разработками	3
	обязательная	2. Экспериментальные методы в сильноточной электронике	3
	обязательная	3. Электродинамика сверхвысоких частот	3
Вариат.	по выбору	1. Эмиссионные и электроразрядные явления в вакууме	3
		2. Методы анализа структуры и свойств материалов	
Вариат.	по выбору	1. Электроника твердого тела	3
		2. Физика пучков заряженных частиц	
Вариат.	по выбору	1. Мощная СВЧ-электроника	3
		2. Численный эксперимент в сильноточной электронике	
		3. Взаимодействие потоков частиц и излучений с веществом	
Дисциплина, направленная на подготовку к преподавательской деятельности			
Вариат.	обязательная	Педагогика и психология высшего образования	3
Блок 2 «Практики»			12
Вариат.	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности – педагогическая практика		6
Вариат.	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности – научно-производственная практика		6
Блок 3 «Научные исследования»			189
Вариат.	Научно-исследовательская деятельность		189
Блок 4 «Государственная итоговая аттестация»			9
Базовая	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена		3
Базовая	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)		6
Объем программы аспирантуры			240

Освоение аспирантами дисциплин базовой части «Иностранный язык» (английский) и «История и философия науки» направлено на сдачу кандидатских экзаменов по этим дисциплинам.

Освоение аспирантами дисциплин вариативной части программы направлено на сдачу кандидатского экзамена по специальности 05.27.02 — вакуумная и плазменная электроника, на формирование специальной (профильные дисциплины вариативной части) и общей (дисциплина «Управление научными исследованиями и разработками») базы знаний для самостоятельной научно-исследовательской работы, а также на создание базы знаний и подготовку к пе-

дагогической практике и профессиональной преподавательской деятельности (дисциплина «Педагогика и психология высшего образования»).

Педагогическая практика аспирантов осуществляется для приобретения ими профессиональных умений и навыков преподавательской деятельности в области высшего образования. Педагогическая практика проводится стационарно на базовой кафедре физики плазмы Национального исследовательского Томского государственного университета, на других кафедрах вузов г. Томска (ТГУ, ТПУ, ТУСУР), подготовка обучающихся на которых происходит с участием работников ИСЭ СО РАН и/или с использованием материально-технической базы ИСЭ СО РАН, а также на базе отдела образовательной деятельности ИСЭ СО РАН.

Научно-производственная практика аспирантов проводится, как правило, в научно-исследовательских подразделениях ИСЭ СО РАН.

Аспиранты выполняют научно-исследовательскую работу, соответствующую критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук или кандидата технических наук. Выполнение научно-исследовательской работы осуществляется на базе следующих (преимущественно) научно-исследовательских подразделений ИСЭ СО РАН: отдела физической электроники, и лаборатории вакуумной электроники, лаборатории высокочастотной электроники, лаборатории плазменных источников, лаборатории теоретической физики. Научными руководителями аспирантов назначаются ведущие научные работники или руководители научных подразделений института по профилю образовательной программы, как правило, доктора наук. Допускается назначение научным руководителем аспиранта имеющего ученую степень доктора наук научно-педагогического работника иной научной организации или вуза города Томска.

Государственная итоговая аттестация аспирантов включает подготовку и сдачу государственного экзамена, и представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), выполненной на основе результатов научно-исследовательской работы. Государственная итоговая аттестация завершается присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

## 6. Условия реализации программы аспирантуры. Краткие сведения об организации

### 6.1. Условия реализации программы аспирантуры

Преподавание дисциплин по программе аспирантуры осуществляется педагогическим работниками отдела образовательной деятельности ИСЭ СО РАН в должностях профессора, доцента, старшего преподавателя, из которых не менее 70 % имеют ученую степень доктора или кандидата наук. Все педагогические работники являются штатными работниками института. Все преподаватели, осуществляющие преподавание специальных (по профилю программы) дисциплин вариативной части программы, имеют ученую степень и одновременно являются ведущими научными работниками или руководителями научных подразделений института.

Институт располагает двумя аудиториями для проведения лекционных занятий, оборудованными средствами мультимедиа, аудиторией для проведения занятий семинарского типа, компьютерным классом на 10 мест, а также учебной лабораторией.

Для проведения научно-исследовательской работы аспирантами используется материально-техническая база научных подразделений института, включающая экспериментальные установки, большую часть их которых составляют разработанные и созданные в институте уникальные электрофизические установки, и современное измерительно-диагностическое оборудование. Данная материально-техническая база обеспечивает проведение НИР на уровне, превышающем мировой уровень исследований по профилю программы аспирантуры. Кроме того, учебная лаборатория института оснащена учебно-исследовательским и измерительным оборудованием, предназначенным для освоения аспирантами основных экспериментальных методик. Материально-техническая база ИСЭ СО РАН удовлетворяет действующим противопожарным правилам, требования радиационной и электробезопасности.

Каждый аспирант в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным рабочим местом, оборудованным персональным компьютером, с неограниченным доступом к информационным библиотечным ресурсам зарубежных издательств и наукометрическим системам, на которые у института осуществляется подписка (Web of Science, Scopus), к Российскому индексу научного цитирования (РИНЦ). Также аспиранты имеют интернет-доступ в информационно-образовательную среду института.

Информационно-образовательная среда института, построенная частично на платформе интернет-сайта института (<http://www.hcei.tsc.ru/ru/cat/aspirantura/aspirantura.html>) и частично — на основе системы электронного обучения Moodle, развернутой на сервере института (<http://edu.hcei.tsc.ru>), обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин и практик, к электронному каталогу библиотеки ИСЭ СО РАН (<http://www.hcei.tsc.ru/ru/cat/library/catalog.html>), а также к электронным учебным курсам по ряду дисциплин. В информационно-образовательной среде размещаются сведения, фиксирующие ход образовательного процесса, результаты промежуточной аттестации и результаты освоения программы аспирантуры. Система позволяет аспиранту размещать свой электронный портфолио, сохранять содержание своих работ, а также рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса; осуществлять асинхронное взаимодействие между участниками образовательного процесса через Интернет. Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает одновременный доступ всех аспирантов института, преподавателей и научных руководителей аспирантов.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается средствами имеющихся в институте информационно-коммуникационных технологий, реализованных на базе имеющейся серверной архитектуры, и квалификацией работников группы информационных технологий института, ее обслуживающих и поддерживающих.

Аспиранты, осваивающие программу аспирантуры, являются абонентами научной библиотеки института, фонд которой содержит более 56000 единиц хранения, в том числе, 8000 книг и продолжающихся изданий и свыше 48000 журналов, из них 7000 — иностранные издания. По видам изданий фонд библиотеки включает отечественные и зарубежные монографии по естественнонаучной и технической тематике, справочники, периодические издания, труды конференций, диссертации, авторефераты диссертаций, препринты и опубликованные отчеты. Фонд библиотеки содержит необходимую основную и дополнительную учебную и учебно-методическую литературу по программе аспирантуры.

Институт обеспечен лицензионным программным обеспечением, в том числе, необходимым для реализации программы аспирантуры.

Финансовое обеспечение реализации программы аспирантуры осуществляется за счет средств субсидии федерального бюджета, предоставляемой ежегодно по соглашению с Министерством образования и науки Российской Федерации, в объеме не ниже установленных базовых нормативных затрат на оказание государственной услуги в сфере образования для данного уровня образования и направления подготовки с учетом корректирующих коэффициентов, учитывающих специфику образовательной программы в соответствии с действующей методикой определения нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ высшего образования.

#### 6.1. Краткие сведения об организации, реализующей программу аспирантуры

Институт сильноточной электроники Сибирского отделения РАН (до 1991 года АН СССР) организован постановлением Госкомитета СССР по науке и технике от 28.06.1977 г. № 36 и постановлением Президиума Сибирского отделения АН СССР от 20.09.1977 г. № 427. Директор-основатель института — академик Г. А. Месяц. Институт создан с целью проведения фундаментальных и прикладных научных исследований в области сильноточной электроники — научного направления, объединяющего разработку методов генерирования мощных электрических импульсов, эмиссию интенсивных потоков корпускулярного и электромагнитного излучения, а также исследования по воздействию мощных потоков энергии на вещество.

Основные научные направления института, утвержденные постановлением Президиума РАН от 20 мая 2008 г. № 357: 1) фундаментальные проблемы физической электроники, в том числе сильноточной электроники и разработка на их основе новых приборов, устройств и технологий; 2) современные проблемы физики плазмы, включая физику низкотемпературной плазмы и основы ее применения в технологических процессах.

Институт является признанным мировым лидером в области фундаментальных исследований и разработок в области импульсной энергетики и сильноточной электроники.

В институте сделаны научные открытия: явления взрывной электронной эмиссии (1976 г., № 176) и закономерностей воздействия внешнего ионизирующего излучения на процессы в импульсном газовом разряде высокого давления (1989 г., № 363).

За последнее десятилетие в ИСЭ СО РАН получены фундаментальные и прикладные результаты, имеющие мировой уровень, а в ряде случаев его определяющие.

Разработаны методы получения импульсов электрической энергии сверхвысокой мощности (до нескольких тераватт), созданы генераторы таких импульсов (в том числе для исследований в области инерционного термоядерного синтеза), развита их элементная база.

Разработаны физические основы получения сверхмощных (сильноточных) импульсных электронных потоков, созданы сильноточные ускорители электронов с мощностями вплоть до тераваттных.

Исследованы механизмы и реализованы методы эффективного импульсного вложения энергии в вещество, в том числе основанные на использовании его электродинамического сжатия сверхсильными магнитными полями импульсных токов. Реализованы состояния вещества, близкие по локальным характеристикам к условиям ядерного взрыва и приближающиеся к ожидаемым пороговым характеристикам инерциального термояда.

Определены физические механизмы, лежащие в основе получения коротких сверхмощных импульсов оптического (лазерного), СВЧ и рентгеновского излучения, потоков нейтронов, развиты практические методы получения таких импульсов, созданы источники излучений.

Реализованы приложения названных выше источников излучений в испытаниях на радиационную устойчивость, радиолокации, в технологиях, а также в ряде других специальных применений.

Разработаны эффективные методы получения низкотемпературной плазмы со строго контролируемыми параметрами.

Исследованы основные закономерности взаимодействия мощных потоков частиц, плазмы и излучений с поверхностью. На этой основе развиты основы технологий электронно-плазменной модификации поверхности материалов и изделий, созданы соответствующие семейства технологических электрофизических установок.

Работниками института получены Государственные премии СССР, РФ в области науки и техники (1978, 1981, 1984, 1998, 2003), Государственная премия РСФСР в области науки и техники (1988), премии Совета Министров СССР (1988, 1990), премии Правительства Российской Федерации (2002, 2013), премии Ленинского комсомола в области науки и техники (1968, 1980, 1987), общенациональная неправительственная Демидовская премия (2007), а также международные премии: премия Э. Маркса за цикл работ по генерации сверхмощных электрических импульсов (1997), премия П. Чаттертона за выдающийся вклад в понимание явлений электрического пробоя и разряда в вакууме (2000, 2002), премия У. Дайка за выдающийся вклад в исследования электрического пробоя и электрической прочности в вакууме (2008), Международная энергетическая премия «Глобальная энергия» (2003).

На базе научно-технического задела работает 8 малых инновационных предприятий, в двух из которых институт является соучредителем.

Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников института в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) в 2017 году составило величину 188 в журналах, индексируемых в базе данных Web of Science, 220 в журналах, индексируемых в базе данных Scopus, 376 в журналах, индексируемых в РИНЦ.



Среднегодовой объем финансирования научных исследований на одного научно-педагогического работника института (в приведенных к целочисленным значениям ставок) в 2017 году составил 2,60 млн. рублей.

Пояснительную записку составил:

Руководитель отдела образовательной  
деятельности, профессор ООД  
д.ф.-м.н.



И. В. Пегель

Основная профессиональная образовательная программа рассмотрена и одобрена ученым советом ИСЭ СО РАН, протокол № 13 от 24.08.2018 г.