



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Ректор

Э.Ю. Абдуллазянов

**Образовательная программа  
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по направлению  
03.06.01 Физика и астрономия**

Образовательная программа: «Физика полупроводников»

Квалификация  
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения  
(очная, заочная)

Составлена кафедрой

«Физика»

Составитель:

Профессор, д.ф.-м.н.

В. Л. Матухин

Казань, 2015

## 1. Общие положения

**1.1 Образовательная программа «Физика полупроводников» направления 03.06.01 «Физика и астрономия» (далее – образовательная программа (ОП)), реализуемая ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», разработанная выпускающей кафедрой «Физика»,** представляет собой комплект основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий, форм аттестации, который представлен в виде:

- общей характеристики программы аспирантуры;
- учебного плана;
- календарно-учебного графика;
- рабочих программ дисциплин (модулей);
- программ практик;
- оценочных средств;
- методических материалов;
- иных компонентов.

### **1.2. Нормативные документы для разработки ОП «Физика полупроводников» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»**

Нормативную правовую базу разработки данной образовательной программы составляют:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» (от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ);
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» высшего профессионального образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 877;
- Нормативно-методические документы Минобрнауки России;
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденный приказом Минобрнауки России от 19 ноября 2013 г. № 1259;
- Перечень специальностей и направлений подготовки высшего образования, утвержденный приказом Минобрнауки России от 12 сентября 2013 г. №1061;
- Паспорт научной специальности 01.04.10 «Физика полупроводников», разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России в связи с утверждением Номенклатуры специальностей научных работников;
- Устав Казанского государственного энергетического университета.

### **1.3. Общая характеристика образовательной программы «Физика полупроводников» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»**

#### **1.3.1. Цель и задачи освоения образовательной программы «Физика полупроводников» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»**

Целью освоения образовательной программы является подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, способных проводить экспериментальные и теоретические исследования физических свойств полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе (включая гетероструктуры, МОП структуры и барьеры Шоттки), а также происходящих в них

физических явлений, заниматься разработкой и исследованием технологических процессов получения полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе, созданием оригинальных полупроводниковых приборов и интегральных устройств.

Основными задачами освоения образовательной программы являются:

- формирование человека и гражданина, являющегося высокопрофессиональным членом общества, ориентированным на его развитие и совершенствование;
- удовлетворение образовательных потребностей и интересов обучающихся с учетом его способностей;
- владение технологией научного познания;
- формирование профессиональной готовности к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности;
- умений и навыков по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия»;
- совершенствование иностранного языка для профессиональной деятельности;
- получение квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

**1.3.2. Нормативный срок освоения образовательной программы «Физика полупроводников» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» по очной форме обучения составляет 4 года, по заочной форме обучения – 5 лет.**

**1.3.3. Трудоемкость освоения образовательной программы «Физика полупроводников» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» составляет 240 зачетных единиц за весь период обучения в соответствии с ФГОС и включает все виды аудиторной и самостоятельной работы аспиранта, педагогическую практику и время, отводимое на контроль качества освоения аспирантом ООП.**

**1.4. Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения образовательной программы «Физика полупроводников» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»**

Лица, желающие освоить образовательную программу подготовки аспиранта «Физика полупроводников» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия», должны иметь высшее образование (диплом специалиста или магистра).

Лица, имеющие высшее образование, принимаются в аспирантуру по результатам сдачи вступительных экзаменов на конкурсной основе. Порядок приема в аспирантуру и условия конкурсного отбора определяются Положением о подготовке научно-педагогических кадров и научных кадров в Российской Федерации.

## **2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника аспирантуры по образовательной программе направления 03.06.01 «Физика и астрономия»**

**2.1. Область профессиональной деятельности выпускника включает** решение проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области физики и астрономии.

**2.2. Области исследования в соответствии с паспортом номенклатуры специальностей научных работников:**

1. Физические основы технологических методов получения полупроводниковых материалов, композитных структур, структур пониженной размерности и полупроводниковых приборов и интегральных устройств на их основе.

2. Структурные и морфологические свойства полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе.
3. Примеси и дефекты в полупроводниках и композитных структурах.
4. Поверхность и граница раздела полупроводников, полупроводниковые гетероструктуры, контактные явления.
5. Электронные спектры полупроводниковых материалов и композиционных соединений на их основе.
6. Электронный транспорт в полупроводниках и композиционных полупроводниковых структурах.
7. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках и в композиционных полупроводниковых структурах.
8. Спонтанная и стимулированная люминесценция в полупроводниковых материалах и композитных структурах, полупроводниковые лазеры и светоизлучающие устройства.
9. Неравновесные явления в полупроводниках и структурах. Электронная плазма.
10. Акустические и механические свойства полупроводников и композиционных полупроводниковых структур.
11. Динамика кристаллической решетки. Электрон-фононное взаимодействие.
12. Многочастичные взаимодействия в полупроводниках и композитных структурах.
13. Транспортные и оптические явления в структурах пониженной размерности.
14. Мезоскопические явления в полупроводниках и композитных структурах.
15. Некристаллические полупроводники. Органические полупроводники.
16. Магнитные полупроводники.
17. Моделирование свойств и физических явлений в полупроводниках и структурах, технологических процессов и полупроводниковых приборов.
18. Разработка физических принципов работы и создание приборов на базе полупроводниковых материалов и композиционных полупроводниковых структур.
19. Разработка методов исследования полупроводников и композитных полупроводниковых структур.

### **2.3. Отрасль наук**

Физико-математические науки.

### **2.4. Квалификационная характеристика выпускника аспирантуры**

Выпускник аспирантуры по образовательной программе «Физика полупроводников» является специалистом высшей квалификации и подготовлен к

- научно-исследовательской деятельности в области физики и астрономии, в первую очередь – в области физики полупроводников;
- преподавательской деятельности в области физики и астрономии, в первую очередь – в области физики полупроводников.

### **3. Требования к результатам освоения образовательной программы по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»**

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

- универсальные компетенции, не зависящие от конкретного направления подготовки;

- общепрофессиональные компетенции, определяемые направлением подготовки;
- профессиональные компетенции, определяемые направленностью (профилем) программы аспирантуры (адъюнктуры) в рамках направления подготовки.

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими универсальными компетенциями:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью 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-2);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

общепрофессиональными компетенциями:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

профессиональными компетенциями:

- способностью критически анализировать современные проблемы физических свойств полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-1);
- способностью проводить экспериментальные и теоретические исследования физических свойств полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе (включая гетероструктуры, МОП структуры и барьеры Шоттки), а также происходящих в них физических явлений (ПК-2);
- способностью осуществлять разработку и исследование технологических процессов получения полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе, создание оригинальных полупроводниковых приборов и интегральных устройств (ПК-3);
- способностью представлять результаты исследований в формах отчетов, рефератов, научных публикаций, презентаций и диссертации (ПК-4);
- способностью применять и разрабатывать новые образовательные технологии (ПК-5).

#### **4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ОП по направления 03.06.01 «Физика и астрономия»**

В соответствии с ФГОС требования к структуре ОП, программам кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и специальным

дисциплинам, содержанию и организации образовательного процесса при реализации данной ОП регламентируется учебным планом; рабочими программами дисциплин (модулей); программой педагогической практики; учебно-методическими материалами, обеспечивающими соответствие содержания и качества подготовки обучающихся и выпускников аспирантуры по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» ОП «Физика полупроводников» федеральным государственным требованиям.

#### **4.1. Календарный учебный график и учебный план аспиранта по образовательной программе «Физика полупроводников»**

В календарном учебном графике указана последовательность реализации ОП по годам, включая теоретическое обучение (обязательные и факультативные дисциплины), практику, научно-исследовательскую работу (НИР) аспиранта и выполнение диссертации, подготовку и сдачу кандидатских экзаменов, подготовку к сдаче государственного экзамена, представление научного доклада, подготовку к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

В учебном плане отображен полный перечень обязательных (в том числе дисциплин по выбору аспиранта) и факультативных дисциплин образовательной составляющей. Исследовательская составляющая учебного плана представлена НИР аспиранта, государственной итоговой аттестацией, кандидатскими экзаменами и подготовкой к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Указана трудоемкость дисциплин (модулей), практики, НИР в зачетных единицах, а также их общая и аудиторная трудоемкость в часах. Для каждой дисциплины, практики указаны виды учебной работы и формы промежуточной аттестации.

Наряду с учебным планом по направлению подготовки кадров высшей квалификации для каждого обучающегося составляется индивидуальный план аспиранта.

#### **4.2. Рабочие программы дисциплин (модулей)**

ОП по образовательной программе «Физика полупроводников» содержит рабочие программы обязательных и факультативных дисциплин, включая дисциплины по выбору аспиранта, а также программы специальных дисциплин в форме авторских курсов, учитывающих результаты исследований научной школы «Перспективные твердотельные материалы и приборы для электроники и электротехники».

#### **4.3. Программа педагогической практики и организация научно-исследовательской работы обучающихся**

##### **4.3.1. Программа педагогической практики:**

Педагогическая практика является обязательной. Способы проведения практики: стационарная; выездная. Практика может проводиться в структурных подразделениях организации. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения практик должен учитывать состояние здоровья и требования по доступности.

##### **4.3.2. Организация научно-исследовательской работы аспиранта**

Научно-исследовательская работа аспиранта является обязательным разделом ОП и направлена на формирование общекультурных, общенаучных и профессиональных компетенций.

Научно-исследовательская работа – форма практической работы аспиранта, позволяющая ему изучить научно-техническую информацию по теме кандидатской диссертации, выполнить проектные разработки по теме, провести расчеты по разработанному алгоритму с применением сертифицированного программного обеспечения, участвовать в экспериментах, составлять описания проводимых

исследований, анализ и обобщение результатов, положенных в основу кандидатской диссертации.

Содержание научно-исследовательской работы аспиранта представлено в индивидуальном плане обучения аспиранта.

## **5. Фактическое ресурсное обеспечение ОП по образовательной программе «Физика полупроводников»**

### **5.1. Кадровое обеспечение реализации ОП**

Научное руководство аспирантами осуществляют, как правило, штатные научно-педагогические работники выпускающей кафедры «Физика», имеющие ученую степень доктора физико-математических наук и ученое звание профессора (доцента), регулярно ведущие самостоятельные исследовательские проекты или участвующие в исследовательских проектах, имеющие публикации в отечественных и зарубежных научных журналах, материалах конференций, симпозиумов, систематически повышающие квалификацию. Консультантами по вопросам ознакомления аспирантов с методикой подготовки и проведения разнообразных форм проведения занятий, ознакомления с методикой анализа учебных занятий являются штатные научно-педагогические работники кафедры «Педагогики и психологии профессионального образования».

### **5.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение образовательного процесса при реализации ОП по образовательной программе «Физика полупроводников»**

Фонд научно-технической библиотеки КГЭУ удовлетворяет требованиям Примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения, утвержденного приказом МО РФ от 27.04.2000 г. № 1246.

Формирование единого библиотечного фонда ведется в соответствии с профилем вуза, образовательными программами и информационными потребностями пользователей. Комплектование фонда осуществляется на основании заявок кафедр, картотек и книгообеспеченности учебного процесса (Приказ МО РФ №1623).

Учебно-методическое и библиотечно-информационное обслуживание аспирантов и преподавателей при реализации ОП по образовательной программе «Физика полупроводников» обеспечивается:

- литературой библиотечного фонда университета и выпускающей кафедры, в том числе изданными за последние 10 лет (для дисциплин «История и философия науки», «Иностранный язык», «Физика полупроводников» – за последние 5 лет);
- учебно-методической документацией по дисциплинам ОП в библиотеке и на кафедрах университета;
- доступом к электронно-библиотечной системе, с возможностью индивидуального доступа каждого аспиранта, обучающегося по образовательной программе «Физика полупроводников», содержащей издания учебной, учебно-методической и другой литературы;
- проведением занятий в интерактивной форме.

Фонд периодики представлен отраслевыми изданиями, соответствующими ОП «Физика полупроводников», в том числе массовыми центральными и местными общественно-политическими изданиями.

Каждому аспиранту, обучающемуся по ОП, обеспечен доступ к комплектам библиотечного фонда, в том числе к журналам из следующего перечня: «Вопросы философии»; «Философия науки»; «Безопасность труда в промышленности»; «Журнал технической физики»; «Журнал экспериментальной и теоретической физики»; «Известия высших учебных заведений», серии: Приборостроение, Проблемы энергетики, Радиоэлектроника, Физика; «Информационно-измерительные и управляющие системы»;

«Нано- и микросистемная техника»; «Нанотехнологии: разработка, применение — XXI век»; «Радиотехника»; «Успехи физических наук»; «Физика и техника полупроводников»; «Физика низких температур»; «Физика твердого тела»; «Физическое образование в вузах»; «Электромагнитные волны и электронные системы».

Фонд научной литературы обеспечен монографиями, периодическими научными изданиями, в т.ч. литературой на иностранных языках.

Аспиранты имеют возможность оперативного обмена информацией с отечественными и зарубежными вузами, предприятиями и организациями, обеспечен доступ к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам) «Лань» и iBooks, к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам: базам данных Консультант Плюс, КОДЕКС (Энергетика, Экология, Охрана труда и безопасность на предприятии), Российские научные журналы на платформе E-library; базам данных Российской государственной библиотеки, в т.ч. к электронной библиотеке диссертаций РГБ; электронному федеральному portalу «Российское образование».

В организации образовательного процесса используются следующие современные информационные технологии:

– компьютерные программы и обучающие системы, представляющие собой электронные учебники, предназначенные для формирования новых знаний и навыков; диагностические или тестовые системы, предназначенные для диагностирования, оценивания и проверки знаний, способностей и умений; лабораторные комплексы, в основе которых лежат моделирующие программы, предоставляющие в распоряжение обучаемого возможности использования математической модели для исследования определенной реальности; базы данных и базы знаний по различным областям, обеспечивающие доступ к накопленным знаниям; прикладные и инструментальные программные средства, обеспечивающие выполнение конкретных учебных операций (обработку текстов, составление таблиц, редактирование графической информации и др.);

– мультимедийные технологии, используемые в рамках интерактивного обучения и мультимедийного сопровождения лекций;

– телекоммуникационные системы, реализующие электронную почту, телеконференции и т.д. и позволяющие осуществить выход в мировые коммуникационные сети.

При использовании электронных ресурсов каждый аспирант обеспечивается рабочим местом с выходом в Интернет. Рабочие места, предоставляемые аспирантам, обеспечены необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

### **5.3. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса при реализации ОП по образовательной программе «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»**

КГЭУ располагает учебными корпусами, благоустроенными студенческими общежитиями, учебным спортивно-оздоровительным лагерем, развита сеть пунктов общественного питания. Все здания находятся в оперативном управлении, имеют государственную регистрацию права, заключение Госпотребнадзора и Госпожнадзора на право ведения образовательной деятельности по всем специальностям аспирантуры, указанным в действующей лицензии.

Основное материально-техническое обеспечение образовательного процесса при реализации ОП «Физика полупроводников» обеспечивается выпускающей кафедрой «Физика», размещенной на 2-м этаже учебно-административного корпуса «А» и 1-м этаже учебного корпуса «Г» ФГБОУ ВО «КГЭУ» по адресу: г. Казань, ул. Красносельская, 51.

Выпускающая кафедра «Физика» располагает достаточным количеством учебных аудиторий, учебно-научных лабораторий и рабочих мест в них. Назначение лабораторий

соответствует преподаваемым дисциплинам, целям и задачам по образовательной программе аспирантуры «Физика полупроводников» по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 «Физика и астрономия».

Учебно-научные лаборатории и специализированные аудитории кафедры:

- №Г-219 – лаборатория квантовой физики;
- №Г-104 – химическая лаборатория.

Аудиторные занятия также проводятся в специализированных кабинетах и лабораториях кафедр, обеспечивающих ОП «Физика полупроводников» по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 «Физика и астрономия»: кафедры иностранных языков; философии; экономики и организации производства; педагогики и психологии профессионального образования.

Все кабинеты оснащены современной мебелью, компьютерной и оргтехникой (компьютеры, принтеры, сканеры, копировальные аппараты, многофункциональные устройства и пр.). Обучение ведется с использованием мультимедийного оборудования и лицензионных программных продуктов учебного назначения.

В целях обеспечения условий для выполнения самостоятельной работы аспирантами в университете оборудованы читальные залы научно-технической библиотеки; читальный зал в студенческом общежитии; кафедральная библиотека, содержащая необходимый минимум рекомендованной для выполнения самостоятельной работы аспирантом учебной литературы; кабинеты, обеспечивающие доступ аспирантов к полнотекстовым ресурсам на DVD, CD-ROM, к электронным версиям печатных изданий, в том числе электронным версиям учебно-методических изданий кафедры.

Материально-техническая база университета, используемая для реализации ОП «Физика полупроводников» по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 «Физика и астрономия», обеспечивает проведение всех видов аудиторных и внеаудиторных работ аспирантов, предусмотренных учебным планом по этому направлению.

## **6. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения аспирантами ОП «Физика полупроводников» по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 Физика и астрономия**

В соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 Физика и астрономия, программами кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и специальной дисциплине «Физика полупроводников» оценка качества освоения аспирантами ОП «Физика полупроводников» по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» включает промежуточную и государственную итоговую аттестацию обучающихся.

### **6.1. Фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации аспирантов**

Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения аспирантами ОП по образовательной программе «Физика полупроводников» включает фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации, позволяющие оценить степень сформированности компетенций аспирантов.

В соответствии с учебным планом и рабочими программами дисциплин, практики и научно-исследовательской работы промежуточная аттестация предусматривает проведение зачетов и экзаменов.

## **6.2. Государственная итоговая аттестация аспирантов**

Государственная итоговая аттестация аспирантов является обязательной и осуществляется после выполнения в полном объеме образовательной составляющей учебного плана.

Государственная итоговая аттестация аспирантов по образовательной программе «Физика полупроводников» включает:

- сдачу кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и физике полупроводников;
- подготовку и сдачу междисциплинарного государственного экзамена;
- завершение работы над диссертацией и представление научного доклада об ее основных результатах на заседании выпускающей кафедры для получения соответствующего заключения вуза в соответствии с «Положением о присуждении ученых степеней», принятым Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, с изменениями, принятыми Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. №335.

При выполнении и публичном представлении результатов диссертации аспиранты должны показать свою способность и умение, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

Требования к содержанию, объёму, структуре и оформлению кандидатской диссертации приведены в «Положении о присуждении ученых степеней», принятом Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, с изменениями, принятыми Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. №335, и в ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Выполнение всех пунктов индивидуального учебного плана является основанием для выдачи выпускнику аспирантуры документа государственного образца.

## **7. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки аспирантов**

Нормативно-справочная информация Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации: Паспорт специальности 01.04.10 «Физика полупроводников».

Программы кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и специальным дисциплинам, утвержденные приказом Минобрнауки России от 8 октября 2007 г. № 274 (зарегистрирован Минюстом России 19 октября 2007 г., регистрационный № 10363).