

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского»**



«Утверждаю»

Проректор по научной работе

 /Прудников П.В./

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**Программа подготовки научно-квалификационной работы  
(диссертации)**

*по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре*

Направление подготовки	<b>Физика и астрономия</b>
Код направления подготовки	<b>03.06.01</b>
Направленность (профиль подготовки)	<b>Физика полупроводников</b>

г. Омск – 2019 г.

Программа подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) разработана:

ОмГУ им. Ф.М. Достоевского,  
профессор, доктор технических наук, Козлов А.Г.



Программа разработана в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования РФ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Начальник отдела аспирантуры

Т.В. Озюл

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук относится к вариативной части образовательной программы, входит в Блок 3 «Научные исследования» и направлена на расширение и углубление компетенций, установленных образовательным стандартом, а также на формирование профессиональной компетенции, установленной дополнительно к компетенциям, установленным образовательным стандартом.

Научно-квалификационная работа (диссертация) выполняется аспирантом на основе глубокого, всестороннего изучения учебной и научной литературы и эмпирических данных и включает в себя обобщение результатов данных и наблюдений.

**Целью** подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук по выбранному профилю является завершение работы над диссертацией согласно требованиям, предъявляемым высшей аттестационной комиссией.

### Задачи:

- совершенствование навыков самостоятельной научно-исследовательской работы, участия в научно-исследовательской работе коллективов исследователей, подготовка к будущей профессиональной деятельности;
- закрепление теоретических и практических знаний, полученных аспирантами в процессе обучения и научно-исследовательской работы;
- формирование и развитие профессиональных навыков в сфере избранного направления;
- сбор, анализ и обобщение фактического материала, разработка научных предложений и опробование идей в ходе подготовки выпускной научно-квалификационной работы.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Коды (по ФГОС ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>УК</b>	<b>УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ</b>	
УК-01	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<b>Знания</b> современные подходы к решению задач в сфере профессиональной компетенции, современные проблемы теоретической физики; приоритетные направления развития современной науки <b>Умения</b> анализировать современное состояние и подходы к решению проблем в сфере профессиональной компетенции; анализировать возможности для развития в выбранном научном направлении; оценивать актуальность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость исследования, определять перспективы дальнейшего исследования, осуществлять обзор современных достижений и методов в области научного исследования <b>Владения</b> комплексом знаний и навыков для развития в выбранном направлении науки
УК-02	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в	<b>Знания</b> последовательности и закономерности развития научного знания в рамках исторического процесса <b>Умения</b> обнаруживать причинно-следственные связи и использовать принцип историзма в характеристике научных явлений <b>Владения</b> применения научного подхода к описанию многообразных

Коды (по ФГОС ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	области истории и философии науки	явлений в физике и естествознании
УК-05	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p><b>Знания</b> возможные сферы и направления профессиональной самореализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития</p> <p><b>Умения</b> формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей</p> <p><b>Владения</b> приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования</p>
<b>ПК</b>	<b>ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ</b>	
ПК-01	способность самостоятельно осуществлять экспериментальные и теоретические исследования физических свойств полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе (включая гетероструктуры, МОП структуры и барьеры Шоттки) и происходящих в них физических явлений	<p><b>Знания</b> основных физических явлений и эффектов в полупроводниковых материалах и структурах на их основе.</p> <p><b>Умения</b> определять методы и границы их применения для экспериментальных исследований конкретных свойств полупроводниковых материалов и характеристик структур на их основе; использовать теоретические методы для исследования явлений в полупроводниковых материалах и структурах на их основе.</p> <p><b>Владения</b> математическим аппаратом для описания явлений в полупроводниковых материалах и структурах на их основе.</p>
ПК-02	способность проводить разработку и исследование технологических процессов получения полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе, создание оригинальных полупроводниковых приборов и интегральных устройств	<p><b>Знания</b> основных технологических процессов получения полупроводниковых материалов и структур на их основе; основных характеристик и параметров полупроводниковых приборов и интегральных устройств.</p> <p><b>Умения</b> определять аппарат и методы для решения задач разработки и исследования технологических процессов получения полупроводниковых материалов и структур на их основе; использовать теоретические методы физики полупроводников при создании полупроводниковых приборов и интегральных устройств.</p> <p><b>Владения</b> методами разработки и исследования полупроводниковых приборов и интегральных устройств.</p>
ПК-03	способность адаптировать и обобщать результаты научных исследований для целей преподавания профильных дисциплин по физике полупроводников в	<p><b>Знания</b> основ современных информационно-коммуникационных технологий</p> <p><b>Умения</b> применять информационно-коммуникационные технологии в педагогической деятельности.</p>

Коды (по ФГОС ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	образовательных организациях с применением информационно-коммуникационных технологий.	<b>Владения:</b> выбор методов и средств решения задач с помощью информационно-коммуникационных технологий

\* - из Карты компетенций основной профессиональной образовательной программы

### 3. Структура и содержание подготовки научно-квалификационной работы (диссертации)

Наименование	Форма обучения	Семестр	Общая трудоемкость практики		Форма промежуточной аттестации
			в З.Е.	В неделях (часах)	
Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации)	Очная	4	19	12,4 (684)	зачет
		5	30	20 (1080)	зачет
		6	30	20 (1080)	зачет
		7	24	16 (864)	зачет
		8	21	14 (756)	зачет

### 4. Содержание подготовки научно-квалификационной работы (диссертации)

Основные разделы (этапы) подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) практики, их содержание и планируемые результаты работы обучающегося:

#### 1. Разработка структуры диссертационной работы и составление индивидуального плана работы.

Организация и планирование научных исследований (составление программы и плана исследования, постановка и формулировка задач исследования, определение объекта исследования, выбор методики исследования, изучение методов сбора и анализа данных);

Анализ литературы по теме исследований с использованием печатных и электронных ресурсов;

#### 2. Научно-исследовательский этап.

Проведение исследований по теме научно – квалификационной работы;

Приобретение навыков работы с библиографическими справочниками, составления научно-библиографических списков, использования библиографического описания в научных работах;

Обобщение и подготовка отчета о результатах научных исследований;

Подготовка научных статей, рефератов, научной квалификационной работы (в последующем диссертации на соискание ученой степени кандидата наук)].

Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) проводится в соответствии с настоящей рабочей программой и индивидуальным учебным планом работы аспиранта.

## 5. Формы отчетности по результатам подготовки научно-квалификационной работы (диссертации)

### Отчетная документация

№ п/п	Перечень отчетной документации	Требования к содержанию
1.	Отчет о подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) в рамках семестра (Приложение 2)	Составляется за каждый семестр. Подкрепляется приложениями, копиями научных публикаций, подтверждающими о подготовку научно-квалификационной работы (диссертации) в течении семестра
2.	Отзыв научного руководителя о результатах научно-исследовательской деятельности в рамках семестра (Приложение 2)	Включается в отчет по научно-исследовательской деятельности и содержит оценку сведений о результатах научно-исследовательской деятельности в рамках семестра

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся (см. Приложение 1)

### 7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет»

#### 7.1. Перечень учебной литературы

1. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. Изд. 3-е, стер. - СПб.: Лань, 2008. - 618 с.; То же [Электронный ресурс].

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=693](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=693)

2. Шалимова К.В. Физика полупроводников. Изд. 4-е, стер. - СПб.: Лань, 2010. - 384 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=648](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=648)

3. Лебедев, А.И. Физика полупроводниковых приборов / А.И. Лебедев. — Москва : Физматлит, 2008. — 488 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=2244](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=2244)

4. Зегря, Г.Г. Основы физики полупроводников [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Г. Зегря, В.И. Перель. — Москва : Физматлит, 2009. — 336 с.

<https://e.lanbook.com/book/2371>

5. Божков, В.Г. Контакты металл–полупроводник: физика и модели [Электронный ресурс] : монография / В.Г. Божков. — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2016. — 528 с.

<https://e.lanbook.com/book/105089>

6. Петров, К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника : Учеб. пособие для вузов / К. С. Петров. - СПб. : Питер, 2004. - 521 с.

7. Мартинес-Дуарт, Дж. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники : [учеб. пособие для вузов] / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда ; пер. с англ. А. В. Хачояна под ред. Е. Б. Якимова. - Изд. 2-е, доп. - М. : Техносфера, 2009. - 367 с.

8. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы : Учеб. для вузов / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 7-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2003. - 478 с.

9. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учеб. пособие / А. Н. Игнатов. - СПб. [и др.] : Лань, 2011. - 538 с.

## 7.2. Ресурсы сети интернет

1. Российская книжная палата, <http://www.bookchamber.ru>
2. Всероссийский институт научно-технической информации РАН, <http://www.viniti.ru>
3. Российская государственная библиотека, <http://www.rsl.ru>
4. Российская национальная библиотека, <http://www.nlr.ru>
5. Научная электронная библиотека, [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru).

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по практике, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем [при наличии]

1. Информационные технологии, в том числе электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.
2. Программное обеспечение: Windows/Linux, C/C++ compiler, (La)TeX/OpenOffice.
3. Справочные системы: офисный пакет, интернет-браузер с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (свободно распространяемое ПО), программа для просмотра pdf-файлов (свободно распространяемое ПО)

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики

Материально-техническое обеспечение научно-исследовательской деятельности является достаточным для достижения целей научно-исследовательской деятельности и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

Материально-техническая база для самостоятельной работы

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы обучающихся
Зал электронной информации библиотеки ОмГУ (2 корпус, каб. 45)	Научная и учебная литература, компьютерная техника, подключенная к локальной сети университета и сети Интернет
Компьютерный класс/Научно-исследовательская и учебная лаборатория/Помещение для самостоятельной работы (1 корпус, ауд. 104)	Персональный компьютер HP EliteDesk 800 G1 TWR Core i7-4770 16GB DDR3 1000GB SATA HDD, GeForce GTX 750 2048Mb, DOS, Монитор 24м АОС E2460SD Экран для проектора MasterControl 183x244 см моторизованный, проектор, ВКС TrueConf комплект оборудования «Бизнес» IP видекамера Arix-Compact/M1
Лаборатория сканирующей зондовой микроскопии и нанотехнологии (1 корпус, ауд. 1)	1. Атомно-силовой микроскоп NT-MDT "Solver Pro" NSG01; 2. Микроскоп стереоскопический МБС-9; 3. Микроскоп стереоскопический МБС-2; 4. Микроинтерферометр Линника МИИ-4; 5. Микроскоп биологический МИКМЕД-1; 6. pH-метр-милливольтметр pH-150M; 7. Магнитная мешалка; 8. Ультразвуковая ванна.
Лаборатория физики полупроводников (1 корпус, ауд. 7)	1. Установка для измерения проводимости, концентрации и холловской подвижности основных носителей заряда в полупроводнике; 2. Установка для определения удельного сопротивления, концентрации и подвижности основных носителей заряда в полупроводнике на основе использования метода Ван дер Пау и эффекта Холла; 3. Установка для определения диффузионной длины неравновесных носителей заряда в полупроводнике; 4. Установка для определения дрейфовой подвижности неравновесных носителей заряда в полупроводнике импульсным методом; 5. Установка измерения

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы обучающихся
	концентрации легирующей примеси и профиля легирования в поверхностном слое полупроводника C-V-методом; 6. Установка для определения времени жизни неосновных носителей заряда в кремнии на основе использования кривой спада вентильной фото-э.д.с. кремниевого фотодиода; 7. Установка для измерения спектров пропускания тонких полупроводниковых и металлических пленок и определения ширины запрещенной зоны тонкопленочного полупроводникового материала.
Лаборатория технологии полупроводниковых приборов и микросхем(1 корпус, ауд. 10)	1. Установка для изготовления тонких пленок металлов (алюминия, меди, серебра, титана, индия, олова, висмута), полупроводников (кремния и германия) и диэлектриков (монооксида кремния и монооксида германия) методом термического испарения материала в глубоком вакууме УВН-2М1; 2. Установка для изготовления тонких пленок металлов (алюминия, меди, серебра, золота, индия, олова, титана), полупроводников (кремния и германия) и диэлектриков (монооксида кремния и монооксида германия) методом термического испарения материала в глубоком вакууме, а также оксидных полупроводников (оксиды цинка, индия и олова) методом реактивного магнетронного распыления УВР-3М; 3. Установка для выполнения высокотемпературного отжига полупроводниковых структур в глубоком вакууме; 4. Трубчатая электропечь для проведения процесса диффузии примесей в кремний при высокой температуре; 5. Установка для измерения удельного сопротивления полупроводников и металлических пленок четырехзондовым методом; 6. Установка для измерения C-V-характеристик и высоты потенциального барьера контактов металл-полупроводник с барьером Шоттки; 7. Установка для измерения вольт-амперных характеристик и высоты потенциального барьера контактов металл-полупроводник с барьером Шоттки; 8. Интерференционный микроскоп Линника МИИ-4 для измерения толщины тонких пленок; 9. Микроскоп БИОЛАМ-М.
Лаборатория оптики полупроводников и оптоэлектроники(1 корпус, ауд. 16)	1. Инфракрасный спектрофотометр UR-20; 2. Установка для измерения фотолюминесценции на базе гелий-неонового лазера ЛГН-118А; 3. Монохроматор УМ-2.
Лаборатория оптической и электронной микроскопии(1 корпус, ауд. 21)	1. Оптические микроскопы Микмед-5, МБС-9. 2. Металлографический микроскоп Neophot-2; 3. Электронные микроскопы: растровый 09ИОЭ-100-005; просвечивающий ЭМВ-100Б; 4. Вакуумный пост ВУП-5; 5. Вакууметр ионизирующий термопарный ВИТ-2П; 6. Микротвердометры ПМТ-3М и цифровой HV-1000 по методу микро-Виккерса; 7. Весы аналитические ВК-300. Зона Wi-Fi
Лаборатория рентгеноструктурного анализа (1 корпус, ауд. 125)	Рентгеновский дифрактометр общего назначения «ДРОН-3М» Персональный компьютер Intel Pentium Dual E2160, 1,8 GHz, RAM 1 Gb, HDD 30 Gb, монитор SyncMaster 740N



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

*подготовки научно-квалификационной работы (диссертации)*

Направление подготовки	<b>Физика и астрономия</b>
Код направления подготовки	<b>03.06.01</b>
Направленность (профиль подготовки)	<b>Физика полупроводников</b>
Базовая/вариативная часть	Вариативная часть

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации обучающихся разработан в соответствии с требованиями ФГОС ВО по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

### 1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на этапе их формирования, описание шкалы оценивания.

Код компетенции	Показатель (результат обучения)	Критерии оценивания компетенции		Оценочные средства
		«Не освоена»	«Освоена»	
УК -1	Знания	Фрагментарные знания	знание современных подходов к решению задач в сфере профессиональной компетенции, современных проблем теоретической физики	Отчет о выполнении НКР
	Умения	Отсутствие умений	умение оценивать актуальность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость исследования, определять перспективы дальнейшего исследования	
	Владения	Владения не сформированы в целом	получил навыки самостоятельного развития в выбранном направлении научных исследований	
УК -2	Знания	Фрагментарные знания	знание последовательности и закономерности развития научного процесса	Отчет о выполнении НКР
	Умения	Отсутствие умений	умеет обнаруживать причинно-следственные связи и использовать принцип историзма в характеристике научных явлений	
	Навыки	Владения не сформированы в целом	применяет научный подход к описанию многообразных явлений в физике и естествознании	
УК-5	Знания	Фрагментарные знания	знает направления профессиональной самореализации и пути достижения более высокого уровня профессионального и личного развития	Отчет о выполнении НКР
	Умения	Отсутствие умений	умеет формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей	
	Навыки	Владения не сформированы в целом	владеет приемами выявления своих возможностей и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования	
ПК-1	Знания	Фрагментарные знания	основных физических явлений и эффектов в полупроводниковых материалах и структурах на их основе.	Отчет о выполнении НКР
	Умения	Отсутствие умений	определять методы и границы их применения для экспериментальных исследований конкретных свойств полупроводниковых материалов и характеристик структур на их основе; использовать теоретические методы для исследования явлений в полупроводниковых материалах и структурах на их основе.	
	Навыки	Владения не сформированы в целом	владение математическим аппаратом для описания явлений в полупроводниковых материалах и структурах на их основе.	
ПК-2	Знания	Фрагментарные знания	основных технологических процессов получения полупроводниковых материалов и структур на их основе;	Отчет о выполнении

			основных характеристик и параметров полупроводниковых приборов и интегральных устройств.	НКР
	Умения	Отсутствие умений	определять аппарат и методы для решения задач разработки и исследования технологических процессов получения полупроводниковых материалов и структура их основе; использовать теоретические методы физики полупроводников при создании полупроводниковых приборов и интегральных устройств.	
	Навыки	Владения не сформированы в целом	владение методами разработки и исследования полупроводниковых приборов и интегральных устройств.	
ПК-3	Знания	Фрагментарные знания	основ современных информационно-коммуникационных технологий	Отчет о выполнении НКР
	Умения	Отсутствие умений	применять информационно-коммуникационные технологии в педагогической деятельности.	
	Навыки	Владения не сформированы в целом	владение методиками выбор методов и средств решения задач с помощью информационно-коммуникационных технологий	

#### Уровни освоения компетенции(й) и шкала оценивания на зачете

Уровень освоения компетенции	Шкала оценивания	Критерии оценки
Пороговый уровень освоения компетенции(й)	зачет	запланированная работа выполнена в полном объеме, предоставлен полный пакет отчетной документации, научный руководитель в отзыве указывает оценку «зачтено»
Компетенции(я) не освоена	незачет	запланированная работа не выполнена в полном объеме, отчетная документация не представлена

#### 2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.

- 1) Обосновать актуальность темы исследования.
- 2) Охарактеризовать степень научной разработанности темы исследования.
- 3) Обосновать выбор объекта и предмета научного исследования.
- 4) Дать обоснование выбора методов исследования.
- 5) В чем состоит специфика методов решения задач исследования.
- 6) Дать анализ полученным результатам исследования.

#### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Подготовка НКР (диссертации) предполагает ознакомление обучающегося с требованиями, предъявляемыми к аспирантам по курсам обучения, выполнением индивидуальных заданий в период проведения НИД, изучение материалов в ходе

самостоятельной работы, а также на месте проведения НИД под управлением научного руководителя.

Формой промежуточной аттестации подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) является зачет, который проводится по окончании каждого семестра в виде собеседования с научным руководителем по представленному отчету о выполнении НКР.

Аспиранты, не сдавшие в установленные сроки зачет по подготовке НКР (диссертации), к государственной итоговой аттестации не допускаются.

