

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор Пензенского политехнического института  
Артамонов Д.В.  
сентябрь 2015 г



**ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ  
И ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ГИА  
А.4. Г.1 Государственный экзамен**

**Направление подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия»**

**Направленность (профиль) - Физика полупроводников**

**Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь  
Форма обучения: очная**

Программа государственного экзамена составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, утвержденного приказом Минобрнауки РФ с изменениями и дополнениями от 30 апреля 2015 г. по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» и согласована со следующими представителями работодателей:


Поздняков Д.В., директор ГБОУ Пензенская область «Губернский лицей-интернат для одаренных детей»


  
(Ф.И.О., должность, подпись, дата)

Евдокимов А.С., директор ООО «МедИнтелл»

  
(Ф.И.О., должность, подпись, дата)

Программу составили:

 Грунин А. Б., д.ф.-м. н., профессор каф. «Физика»

 Сохранов В.В., д. п. н., профессор, зав каф. «ПиППО»

Программа обсуждена на заседании кафедры «Физика»

Протокол № 1 от «2» сентября 2015 года

Зав. кафедрой  Семенов М. Б.

(подпись, Ф.И.О.)


Программа согласована с деканом факультета ФПИТЭ:

Декан факультета ФПИТЭ  Кревчик В.Д.

(подпись Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией факультета ФПИТЭ

Протокол № 1 от «7» сентября 2015 года

Председатель методической комиссии факультета ФПИТЭ  Задера А.В.

(подпись, Ф.И.О.)

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **1.1 Цели государственной итоговой аттестации, виды аттестационных испытаний**

Государственная итоговая аттестация проводится государственной экзаменационной комиссией (далее - ГЭК) в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных профессиональных образовательных программ требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Государственная итоговая аттестация по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре проводится в форме (в указанной последовательности):

- государственного экзамена (далее ГЭ);
- научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) (далее - научный доклад, вместе – государственные аттестационные испытания).

Результаты каждого аттестационного испытания определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в день его проведения. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение аттестационного испытания.

Государственный экзамен, наряду с представлением научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы призван установить степень соответствия уровня профессиональной подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия в части сформированности компетенций, необходимых для осуществления выпускником профессиональной деятельности.

### **1.2 Виды профессиональной деятельности выпускников**

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

- научно-исследовательская деятельность в области информационных технологий и вычислительной техники;
- преподавательская деятельность в области информационных технологий и вычислительной техники.

Виды профессиональной деятельности выпускника связаны с решением профессиональных задач в образовательных организациях высшего образования, профильных академических институтах и НИИ.

## **2 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ГЭ**

Программа государственного экзамена по данному направлению подготовки содержит перечень вопросов по дисциплинам (модулям) образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускника (*а также может содержать перечень типовых заданий и / или иных материалов, необходимых для оценки результатов освоения образовательной программы*), критерии оценивания государственного экзамена, перечень рекомендуемой литературы.

Государственный экзамен носит комплексный характер и включает проверку теоретических знаний в сфере педагогики и психологии высшей школы; проверку теоретических знаний в предметной области направления подготовки; (*проверку (указывается при наличии) сформированности практических умений и навыков*).

Трудоемкость программы подготовки к государственному экзамену и время подготовки определяются требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки, учебным планом и календарным учебным графиком (108 часов или 3 з.е. в 8 семестре для очной фор-

мы обучения).

## **2.1 Содержание программы государственного экзамена**

### **Раздел I. Педагогика и психология высшей школы**

#### **Цивилизационно-культурное значение высшего образования в современном мире и России.**

Функции высшего образования: *гуманистическая, профессионально-экономическая, социально-политическая, культурная, адаптационная.* Цели высшего образования. Высшее образование фактор социального и экономического прогресса. Высшее образование как ценность и социальное благо. Высшее образование как фактор социализации и развития личности. Развитие высшего образования в России на современном этапе. Современные концепции содержания образования. Дидактические подходы к разработке содержания образования в современном вузе. Требования к квалификации современного специалиста. Компетенция и компетентность.

#### **Университет как основной фактор развития профессионального образования в современном мире. Структура, функции, образовательные задачи современного университета.**

Университет как социальный институт: роль университета в жизни современного общества. Миссия современного университета как комплекс ключевых стратегических целей, отличительных особенностей и возможностей вуза Структура современного университета. Основные тенденции в развитии структуры современных университетов. функции современного университета

#### **Нормативно-правовые основы высшего образования в РФ**

Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" N 273-ФЗ Основные принципы государственной политики в сфере высшего профессионального образования. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования

#### **Предмет и основные категории педагогики. Специфика педагогики высшей школы. Система педагогических наук и связь педагогики с другими науками.**

Объект и предмет педагогики как науки. Основные категории педагогики: Связь педагогики с другими науками и областями знаний. Закономерности и принципы целостного педагогического процесса и специфика их проявления в образовательном процессе высшей школы

#### **Формы, средства и методы обучения студентов в образовательном процессе современного университета**

Формы обучения в современной высшей школе. Различные подходы к классификация форм обучения. Классификация форм обучения в вузе по видам учебных занятий. Самостоятельная учебно-познавательная и научно-исследовательская работа студентов.

Производственная и дипломная практика. Методы обучения в современном вузе. Традиционные методы обучения, их классификации по различным основаниям. Активные и интерактивные методы обучения. Средства обучения. Традиционная классификация средств обучения. Современные мультимедийные средства обучения и возможности их применения в образовательном процессе вуза.

### **Формы, средства и методы воспитания и социализации студентов в образовательном процессе современного университета**

Образовательная среда вуза как воспитательный фактор. Формы организации деятельности студентов, обеспечивающие их воспитание и социализацию. Средства воспитания: произведения, явления и предметы духовной и материальной культуры; конкретные процедуры воспитательной работы (конкурсы, фестивали, флеш-мобы, олимпиады, трудовые и спортивные мероприятия и пр.). Педагогическое общение как воспитательный фактор. Стили педагогического общения и специфика их реализации в образовательном процессе вуза. Методы воспитания: методы формирования сознания личности; методы стимулирования и мотивации деятельности и поведения личности; методы формирования опыта деятельности и поведения; методы стимулирования; методы контроля, самоконтроля и самооценки в воспитании.

### **Формирование устойчивой мотивации и ценностного отношения студентов к образовательной деятельности в вузе. Личностное и профессиональное самоопределение и самореализация студентов в образовательном процессе вуза.**

Понятие «мотив» и «мотивация» в образовательном процессе и учебно-познавательной деятельности студентов. Различные классификации мотивов. Определение понятий самоопределение, самореализация, самоутверждение применительно к образовательной деятельности студента. Создание положительной мотивации к образовательной деятельности как основа профессионального самоопределения и самореализации студентов.

### **Содержание деятельности и профессиональная культура вузовского преподавателя**

Основные направления профессиональной деятельности преподавателя высшей школы. Структура и содержание профессионально-педагогической культуры. Профессиональное сознание, профессиональные качества и способности личности, опыт профессионально-педагогической деятельности, педагогическое мастерство.

### **Информатизация образовательного пространства, ее влияние на содержание и организацию образовательного процесса в современном вузе**

Содержание и сущность понятий «информатизация», «информационные и телекоммуникационные технологии». Информационная культура преподавателя. Информационная культура студента. Информационно-образовательная среда вуза: структура, содержание и способы создания.

### **Современные образовательные технологии и специфика их использования в образовательном процессе вуза.**

Содержание понятия «образовательная технология». Классификация образовательных технологий. Примеры образовательных технологий и их роль в подготовке современного специалиста.

### **Традиционные и инновационные формы и способы педагогического контроля в высшей школе. Критерии и показатели сформированности профессиональных компетенций.**

Сущность понятий «педагогический контроль», «оценка», «отметка». Виды контроля по их функциям в учебном процессе: предварительный (диагностический), текущий, тематический, итоговый. Рейтинговый контроль. Сущность и способы организации рейтинг-контроля. Фонд оценочных средств. Требования, предъявляемые к содержанию, структуре и качеству ФОС. Понятия «компетенция» и «компетентность», их сущность и значение для современного высшего профессионального образования.

### **Учебно-исследовательская и проектная деятельность студентов как фактор их профессионального становления и совершенствования**

Содержание понятий «учебно-исследовательская деятельность» и «проектная деятельность». Виды и формы учебно-проектной и исследовательской деятельности. Выпускная квалификационная работа (ВКР). Требования, предъявляемые к содержанию, структуре и научным результатам ВКР.

### **Содержание и формы организации производственной практики студентов университета. Связь высшего профессионального образования с социально-экономическими потребностями современного общества.**

Сущность производственной практики и роль производственной практики в процессе становления студента как специалиста. Цели, задачи и содержание производственной практики в зависимости от этапа обучения. Виды и формы производственной практики в зависимости от направления, профиля и уровня подготовки.

### **Инклюзивное образование: проблемы и перспективы развития в системе высшей школы.**

Сущность инклюзивного образования как социального и образовательного явления. Правовые основы осуществления инклюзивного образования в РФ. Международный опыт реализации инклюзивного образования в вузах. Административно-управленческое, психолого-педагогическое обеспечение внедрения инклюзивного образования в вузе. Методическое сопровождение инклюзивного образования в вузе. Тьюторская деятельность студентов.

### **Технологии профессионально направленного смыслообразующего акмеологического взаимодействия преподавателей и студентов.**

Взаимодействие преподавателей и студентов в вузе. Взаимодействие преподавателей и студентов в вузе как социологическая проблема. Категория социоэтикета в рамках отношений «преподаватель – студент». Педагогическое общение. Позиции преподавателя в процессе взаимодействия со студентами. Конфликты. Конфликты в студенческой среде:

проблемы диагностики и урегулирования. Тип конфликта «студент – преподаватель». Педагогическое образование и улучшение статуса преподавателей. Международный проект по техническому и профессиональному образованию (ЮНЕВОК). Расширение доступа девушек к естественнонаучному, техническому и профессиональному образованию. Высшее образование и развитие личности

### **Психологические особенности развития образования в современном обществе.**

Предмет, задачи и методы психологии высшей школы. Требования к специалисту с высшим образованием и особенности развития личности студента. Психологическая характеристика воспитания и обучения в высшей школе. Профориентация и профессиональный отбор в высшую школу. Единство личности и деятельности студентов. Психологические особенности основных видов деятельности студентов. Психология деятельности студенческого коллектива.

## **Раздел II. Профессиональная деятельность**

### **Полупроводниковые гетероструктуры.**

#### **Квантовые ямы, проволоки, точки.**

Квантово-размерный эффект. Технология изготовления квантовых ям, проволок и точек. Модели потенциала конфайнмента. Приборные применения квантовых ям, проволок и точек. Экситоны. Одноэлектронное туннелирование. Смесители на разогреве электронов в двумерном электронном газе.

#### **Базовые структуры полупроводниковой наноэлектроники.**

##### **Сверхрешетки, фотонные кристаллы**

Работы Л.В.Келдыша, Л.Эсаки и Р.Цу, Э.Яблоновича. Фотонные кристаллы – оптические сверхрешетки. Зонная теория фотонных кристаллов. Методы получения, роль процессов самоорганизации. Применения фотонных кристаллов. Световоды на фотонных кристаллах. Возможности оптического компьютера.

##### **Кластеры.**

Газовые и твердотельные кластеры. Методы получения, магические числа. Роль процессов самоорганизации. Квантовые точки, работы Ж.И.Алферова. Применения кластеров, в том числе в медицине. Магнитные кластеры. Роль теплового движения, суперпарамагнетизм. Гигантское магнитосопротивление. Магнитные 1-D сверхрешетки.

##### **Аллотропные соединения углерода.**

Фуллереноподобные материалы и методы их получения. Углеродные нанотрубки, онионы, астралены. Особенности электрических и механических свойств. Применения углеродных нанотрубок в наноэлектронике. Первый материал моноатомной толщины – графен. Неуглеродные нанотрубки.

#### **Явление сверхпроводимости в структурах наноэлектроники. Основы теории сверхпроводимости.**

История открытия сверхпроводимости. Методы получения криогенных температур. Основы теории сверхпроводимости. Микроскопическая теория сверхпроводимости. Эффект электронного разогрева в тонких пленках сверхпроводников. Двумерные и одномерные сверхпроводниковые наноструктуры. Разрушение сверхпроводимости магнитными вихрями, центрами проскальзывания фазы. Квантовые когерентные эффекты в сверх-



проводниках. Туннельные переходы. Эффект Джозефсона и его применение: для создания стандарта напряжения, в вычислительной технике (криотроны на Джозефсоновских переходах). Сверхпроводниковые квантовые интерферометры.

### **Основные виды структур полупроводниковой наноэлектроники и технологии их изготовления. Технология создания структур нанометрового масштаба**

Обзор и первичное сравнение основных методов производства наноструктур – литографические и нелитографические методы. Методы и аппаратура контроля топологии – электронно-сканирующие, просвечивающие, атомно-силовые микроскопы. Технология осаждения ультратонких пленок различных материалов. Методы контроля электрофизических характеристик тонких пленок. Электронная и фотолитография. Зондовые методы создания наноструктур. Применение атомно-силового и туннельного микроскопов (АСМ) для создания структур атомного масштаба. Эпитаксиальные методы и методы осаждения из газовой фазы при создании гетероструктур. Самоорганизация растущих нанокристаллов.

### **Основные виды сверхпроводниковых наноструктур и их практическое использование.**

Быстродействующие однофотонные детекторы на основе тонкопленочных сверхпроводниковых наноструктур и их основные характеристики. Смесители терагерцового диапазона, сверхпроводниковые смесители на горячих электронах. Болометры на сверхпроводящем переходе. Экспериментальная установка для измерения характеристик сверхпроводящего однофотонного детектора. Принципы построения оптической линии связи. Источники ошибок и способы повышения надежности канала связи. Направления и перспективы использования однофотонных детекторов, сверхпроводниковых смесителей на горячих электронах и болометров на сверхпроводящем переходе. Квантовая криптография.

### **Статистика электронов и дырок в полупроводниковых наноструктурах. Модели удерживающего потенциала полупроводниковых наноструктур.**

Модели удерживающего потенциала полупроводниковых наноструктур. Решение спектральной задачи в модели «жестких» и «мягких» стенок. Приближение эффективной массы.

### **Плотность состояний. Энергия Ферми. Экспериментальные проявления квантово-размерного эффекта.**

Статистика электронов и дырок в полупроводниковых наноструктурах. Плотность состояний. Энергия Ферми. Экспериментальные проявления квантово-размерного эффекта.

### **Метод кинетического уравнения Больцмана.**

Метод кинетического уравнения Больцмана для низкоразмерных систем. Границы применимости. Рассеяние носителей заряда на примесях, тепловых колебаниях атомов кристалла, дислокациях, вакансиях, флуктуациях толщины в квантовых ямах, проволоках.

### **Лазеры на гетеропереходе, квантовых ямах, проволоках, точках.**

Лазеры на гомопереходе, гетеропереходе. Лазеры на квантовых ямах, проволоках и точках. Пороговая скорость накачки. Полупроводниковые каскадные лазеры на квантовых и проволоках.

### **Оптика наноструктур во внешних электромагнитных полях. Методы расчета примесных состояний в полупроводниковых наноструктурах.**



Водородоподобные и  $D^{(-)}$ -состояния в низкоразмерных системах. Методы расчета примесных состояний в полупроводниковых наноструктурах. Вариационные методы. Метод потенциала нулевого радиуса.

### **Метод функции Грина в полупроводниковых наноструктурах. Уравнение Липпмана-Швингера.**

Метод функции Грина для решения задачи на связанные состояния в полупроводниковых наноструктурах. Уравнение Липпмана-Швингера. Метод функции Грина для определения резонансных состояний в полупроводниковых наноструктурах. Уравнение Липпмана-Швингера.

### **Полупроводниковые наноструктуры во внешних стационарных электрическом и магнитном полях. Энергетический спектр и плотность состояний носителей заряда.**

Полупроводниковые наноструктуры во внешних стационарных электрическом и магнитном полях. Энергетический спектр и плотность состояний носителей заряда. Влияние внешних полей на примесные состояния в низкоразмерных системах. Взаимодействия с электромагнитными полями и потоками частиц. Поглощение света в полупроводниковых наноструктурах: дипольное и квадрупольное приближения. Рекомбинационное излучение в полупроводниках. Рекомбинационное излучение в полупроводниковых наноструктурах. Вероятности спонтанного и вынужденного излучений.

### **Магнито- и электрооптические свойства квазидвумерных, квазиодномерных и квазинульмерных структур.**

Магнитооптика многоямных квантовых структур с  $D^{(-)}$ -центрами. Квантово-размерный эффект Зеемана. Магнитооптические свойства квантовых проволок с  $D^{(-)}$ -центрами. Эффект фотонного увлечения носителей заряда. Магнитооптические свойства квазиодномерных структур с водородоподобными примесными центрами. Магнитооптические свойства полупроводниковых квантовых точек с  $D^{(-)}$ -центрами. Электрооптика низкоразмерных систем. Квантово-размерный эффект Штарка. Эффект Франца-Келдыша.

## **2.2. Оценочные средства ГЭ**

Примерные вопросы к государственному экзамену:

### **Раздел 1.**

1. Цели и содержание высшего образования в современном обществе. Структура, функции, образовательные задачи современного университета.
2. Нормативно-правовые основы высшего образования в РФ.
3. Предмет и основные категории педагогики. Специфика педагогики высшей школы.
4. Формы, средства и методы обучения студентов в вузе.
5. Формы, средства и методы воспитания студентов в вузе.
6. Формирование мотивации и ценностного отношения студентов к обучению в вузе.
7. Профессионально-педагогическая культура преподавателя вуза.
8. Информатизация образовательного пространства, ее влияние на содержание и организацию образовательного процесса в современном вузе.
9. Современные образовательные технологии и специфика их использования в образовательном процессе вуза.
10. Критерии и показатели сформированности профессиональных компетенций.
11. Учебно-исследовательская и проектная деятельность студентов как фактор их профессионального становления.

12. Содержание и формы организации производственной практики студентов вуза.
13. Инклюзивное образование: проблемы и перспективы развития в системе высшей школы.
14. Конфликты. Конфликты в студенческой среде: проблемы диагностики и урегулирования.
15. Предмет, задачи и методы психологии высшей школы. Профориентация и профессиональный отбор в высшую школу.

## **Раздел 2.**

16. Квантовые ямы. Квантовые нити. Квантовые точки. Модели потенциала конфайнмента. Энергетический спектр электронов и плотность состояний в этих системах.
17. Оптические явления в структурах с квантовыми ямами, правила отбора для межзонных и внутризонных (межподзонных) переходов. Межзонное поглощение и излучательная рекомбинация в этих структурах.
18. Экситоны в квантовых ямах, квантово-размерный эффект Штарка. Электрические и гальваномагнитные явления в двумерных структурах. Эффект Шубникова – де Гааза. Общее представление о квантовом эффекте Холла.
19. Фотоэлектрические преобразователи, КПД преобразования. Светодиоды и полупроводниковые лазеры. Инжекционные лазеры на основе двойной гетероструктуры. Использование наноструктур в полупроводниковых приборах.
20. Гетеротранзистор с двумерным электронным газом (НЕМТ). Гетеролазеры на основе структур с квантовыми ямами и квантовыми точками. Резонансное туннелирование в двухбарьерной гетероструктуре и резонансно-туннельный диод. Оптический модулятор на основе квантово-размерного эффекта Штарка.
21. Виды полупроводниковых лазеров. Лазеры на двойных гетероструктурах. Основные характеристики полупроводниковых инжекционных лазеров. Пространственные и спектральные характеристики. Расчет пороговой плотности тока и выходной мощности. Вывод излучения и диаграмма направленности. Надежность инжекционных лазеров.
22. Классификация наноструктур. Квантовые эффекты в наномире. Особенности физических и квантовых свойств в наноструктурах.
23. Размерные эффекты. Классические и квантовые размерные эффекты. Характерные физические длины.
24. Квантово-размерные эффекты. Эффект Штарка. Эффект Зеемана. Эффект Франца-Келдыша.
25. Сверхрешётки. Фотонные кристаллы. Зонная теория фотонных кристаллов. Методы получения фотонных кристаллов.
26. Одномерные наноструктуры. Квантовые проволоки. Нитевидные нанокристаллы. Методы выращивания. Свойства применения одномерных наноструктур.
27. Квантовые точки. Оптические свойства, методы выращивания квантовых точек. Фото- и электролюминесценция квантовых точек.
28. Применения фотонных кристаллов. Световоды на фотонных кристаллах. Возможности оптического компьютера.
29. Газовые и твердотельные кластеры. Методы получения, роль процессов самоорганизации. Применения кластеров, в том числе в медицине.
30. Фуллерены. История открытия, методы получения. Углеродные нанотрубки и их физико-химические свойства. Применения углеродных нанотрубок в нанoeлектронике.
31. Графен. Квантовый эффект Холла в графене. Электрические, электрооптические и магнитооптические свойства графена. Неуглеродные нанотрубки.
32. Сверхпроводимость. Основы теории сверхпроводимости. Микроскопическая теория сверхпроводимости. Эффект Мейснера.

33. Эффект электронного разогрева в тонких плёнках сверхпроводников. Двумерные и одномерные сверхпроводниковые наноструктуры.
34. Магнитные вихри. Разрушение сверхпроводимости магнитными вихрями. Квантовые когерентные эффекты в сверхпроводниках. Туннельные переходы.
35. Эффект Джозефсона и его применение для создания стандарта напряжения, в вычислительной технике (криотроны на Джозефсоновских переходах). Сверхпроводниковые квантовые интерферометры.
36. Методы изготовления полупроводниковых наноструктур. Литографические и нелитографические методы. Методы и аппаратура контроля топологии.
37. Электронная литография. Фотолитография. Зондовые методы создания наноструктур. Применение атомно-силового и туннельного микроскопов (АСМ) для создания структур атомного масштаба.
38. Технология осаждения ультратонких пленок различных материалов. Эпитаксиальные методы и методы осаждения из газовой фазы при создании гетероструктур. Самоорганизация растущих нанокристаллов.
39. Быстродействующие однофотонные детекторы на основе тонкопленочных сверхпроводниковых наноструктур и их основные характеристики. Смесители терагерцового диапазона, сверхпроводниковые смесители на горячих электронах. Боллометры на сверхпроводящем переходе.
40. Направления и перспективы использования однофотонных детекторов, сверхпроводниковых смесителей на горячих электронах и боллометров на сверхпроводящем переходе. Квантовая криптография.
41. Светоизлучающие диоды на квантовых точках. Лазеры на квантовых точках.
42. Лазеры на основе многопериодных наноструктур. Инжекционные лазеры.
43. Экситоны. Биэкситоны. Экситонная фотолюминесценция. Экситоны Ванье – Мотта в наноструктурах.
44. Резонансное туннелирование. Резонансно-туннельные диоды. Интегральные схемы на основе резонансно-туннельных гетероструктур.
45. Одноэлектронное туннелирование. Эффект кулоновской блокады. Одноэлектронный транзистор.
46. Межзонное и межподзонное поглощение и излучение в квантовых ямах.
47. Электрооптика наноструктур. Эффект Пула - Френкеля. Управление энергией связи мелкого донора с помощью металлического затвора конечных размеров.
48. Магнитооптика квантовых точек. Эффект магнитного вымораживания примесей. Эффект Ханле. Эффект Рашбы. Спиновый квантовый транзистор.
49. Эффект Ааронова – Бома. Баллистический квантовый интерферометр.
50. Магнитооптика квантовых проволок. Особенности проводимости баллистических квантовых проволок во внешнем магнитном поле. Латтинжеровская жидкость. Эффект фотонного увлечения одномерных электронов.
51. Квантово-размерный эффект. Технология изготовления квантовых ям, проволок и точек. Приборные применения квантовых ям, проволок и точек.
52. Фуллереноподобные материалы и методы их получения. Углеродные нанотрубки, онионы, астралены. Модели потенциала конфайнмента.
53. Модели удерживающего потенциала полупроводниковых наноструктур. Решение спектральной задачи в модели «жестких» и «мягких» стенок. Приближение эффективной массы.
54. Статистика электронов и дырок в полупроводниковых наноструктурах. Плотность состояний. Энергия Ферми. Экспериментальные проявления квантово-размерного эффекта.
55. Водородоподобные и  $D^{(-)}$ -состояния в низкоразмерных системах. Методы расчета примесных состояний в полупроводниковых наноструктурах. Вариационные методы. Метод потенциала нулевого радиуса.

56. Метод функции Грина для решения задачи на связанные состояния в полупроводниковых наноструктурах. Уравнение Липпмана-Швингера.
57. Метод функции Грина для определения резонансных состояний в полупроводниковых наноструктурах. Уравнение Липпмана-Швингера.
58. Метод кинетического уравнения Больцмана. Рассеяние носителей заряда на примесях, тепловых колебаниях атомов кристалла, дислокациях, вакансиях в квантовых ямах, проволоках, точках.
59. Полупроводниковые наноструктуры во внешних стационарных электрическом и магнитном полях. Энергетический спектр и плотность состояний носителей заряда. Влияние внешних полей на примесные состояния в низкоразмерных системах.
60. Взаимодействия с электромагнитными полями и потоками частиц. Поглощение света в полупроводниковых наноструктурах: дипольное и квадрупольное приближения. Рекомбинационное излучение в полупроводниках.
61. Рекомбинационное излучение в полупроводниковых наноструктурах. Вероятности спонтанного и вынужденного излучений.
62. Магнитооптика многоямных квантовых структур с  $D^{(-)}$ -центрами. Квантово-размерный эффект Зеемана.
63. Магнитооптические свойства квантовых проволок с  $D^{(-)}$ -центрами. Эффект фотонного увлечения носителей заряда.
64. Магнитооптические свойства квазиодномерных структур с водородоподобными примесными центрами.
65. Магнитооптические свойства полупроводниковых квантовых точек с  $D^{(-)}$ -центрами.
66. Современные методы экспериментального изучения наноструктур, их физических характеристик, фундаментальных эффектов и явлений в них.

### 2.3. Проверка сформированности компетенций с использованием оценочных средств

В результате освоения данной ОПОП ВО аспирантуры выпускник должен обладать следующими компетенциями, овладение которыми подлежит контролю на государственном экзамене:

Планируемые результаты обучения		Оценочные средства	Материалы, в содержании которых проводится оценка
Код компетенции	Наименование компетенции		
УК-1	Способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	- ответ на первый вопрос билета; - ответ на второй вопрос билета	- устный ответ
УК-2	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе меж-	- ответ на первый вопрос билета; - ответ на второй во-	- устный ответ

	дисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	прос билета	
УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	- ответ на первый вопрос билета; - ответ на второй вопрос билета	- устный ответ
УК-4	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	- ответ на первый вопрос билета; - ответ на второй вопрос билета	- устный ответ
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	- ответ на первый вопрос билета; - ответ на второй вопрос билета	- устный ответ
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	- ответ на первый вопрос билета; - ответ на второй вопрос билета	- устный ответ
ОПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	- ответ на первый вопрос билета; - ответ на второй вопрос билета	- устный ответ
ПК-1	Способность отбирать, обобщать и адаптировать результаты современных исследований в предметной области «Физика полупроводников» для целей преподавания учебных дисциплин в образовательных органи-	- ответ на первый вопрос билета; - ответ на второй вопрос билета	- устный ответ

	зациях высшего образования		
ПК-2	Способность к вербальной коммуникации в профессиональной педагогической деятельности и в процессе представления результатов научных исследований в предметной области «Физика полупроводников»	- ответ на первый вопрос билета;  - ответ на второй вопрос билета	- устный ответ
ПК-3	Способность использовать современные программные средства и электронные ресурсы в соответствии со спецификой научно-исследовательской деятельности в предметной области «Физика полупроводников»	- ответ на первый вопрос билета;  - ответ на второй вопрос билета	- устный ответ
ПК-4	Способность в теоретических и экспериментальных исследованиях использовать достижения современной полупроводниковой нанoeлектроники	- ответ на первый вопрос билета;  - ответ на второй вопрос билета;	- устный ответ;
ПК-5	Способность в теоретических исследованиях использовать достижения современной физики конденсированного состояния	- ответ на первый вопрос билета;  - ответ на второй вопрос билета;	- устный ответ;
ПК-6	Способность использовать в теоретических и экспериментальных исследованиях достижения современной квантовой теории, а также разрабатывать и применять современные перспективные приборы нанoeлектроники и фотоники.	- ответ на первый вопрос билета;  - ответ на второй вопрос билета;	- устный ответ;
ПК-7	Способность свободно владеть фундаментальными разделами квантовой физики, необходимыми для решения науч-	- ответ на первый вопрос билета;  - ответ на второй вопрос билета;	- устный ответ;

	но-исследовательских задач		
ПК-8	Способность использовать знания современной квантовой теории для решения прикладных задач физики низкоразмерных систем	- ответ на первый вопрос билета;  - ответ на второй вопрос билета;	- устный ответ;
ПК-9	Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области полупроводниковой наноэлектроники и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	- ответ на первый вопрос билета;  - ответ на второй вопрос билета;	- устный ответ;
ПК-10	Способность и готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей.	- ответ на первый вопрос билета;  - ответ на второй вопрос билета;	- устный ответ;

Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного экзамена.

### Критерии оценки устного ответа аспиранта на ГЭ

	КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ГЭ
оценка «отлично»	Аспирант излагает материал билета последовательно, логично, с соблюдением норм литературной речи, демонстрируя глубокое знание программного материала, творчески подходя к представлению своего интеллектуального багажа, грамотно применяя специальную научную терминологию, уверенно защищая оригинальную и аргументированную авторскую позицию по тем или



	иным проблемам профессиональной области знаний.
оценка «хорошо»	Аспирант при ответе демонстрирует твердое знание программного материала, соблюдают нормы литературной речи, грамотно применяют при ответе специальную научную терминологию, допускают отдельные погрешности и неточности при формулировках ответа.
оценка «удовлетворительно»	У аспиранта существуют серьезные пробелы в знании программного материала, существенные погрешности в представлении формулировок устного ответа и выполнения задания третьего раздела, но при понимании основных категорий и терминологии профессиональной области знаний.
оценка «неудовлетворительно»	Аспирант демонстрирует полное незнание существа предмета, теории и практики научных исследований, заметных нарушений литературной речи, некорректной и нелогичной подачи материала при устном ответе.

### 3. Рекомендуемая литература:

К разделу 1.

1. Психолого-педагогические основы сотрудничества в высшей школе: Монография/Н.Е.Соколкова - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 216 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=504553>
2. Основы профессиональной дидактики: Учебное пособие / Образцов П.И. - М.:Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с. -  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=491458>
3. Система интенсивного обучения в высших учебных заведениях. Теория и практика: Монография / А.О. Горбенко, А.В. Мамасуев. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 240 с.: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=467723>
4. Аспирант вуза: технологии научного творчества и педагогической деятельности: Учебник / Резник С.Д. - 5-е изд., перераб. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 444с.-  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=485448>
5. Боровкова, Т.И. Концепция института педагогики и образования как образовательный проект, ориентированный на рождение в будущем учителей «человеческого в человеке» [Электронный ресурс] : статья / Т.И. Боровкова. - М.: Инфра-М, Znanium.com, 2015. - 9 с. - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=504829>
6. Культурный ресурс педагога: парадигмы, подходы, образовательные модели и системы / Комраков Е.С., Чернявская А.Г. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 109 с.:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=557759>
7. Пионова, Р.С. Педагогика высшей школы [Электронный ресурс] : учеб. пос. / Р.С. Пионова. - Минск: Выш. шк., 2005. - 303 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=509729>
8. Методология и практика научно-педагогической деятельности: Учебное пособие /

- Колдаев В.Д. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 400 с.-  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=542667>
9. Педагогика современной высшей школы: история, проблематика, принципы / Мандель Б.Р. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 471 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=795807>
  10. Педагогические технологии: Учебник / Левитес Д.Г. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 403 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546172>
  11. Преподаватели вузов России: формирование и развитие профессиональных компетенций: монография / Резник С.Д., Вдовина О.А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 140 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=542566>
  12. Симонов В.П. Педагогика и психология высшей школы. Инновационный курс для подготовки магистров: учеб. пособие. – М.: Вузовский учебник; ИНФРА-М, 2015. – 320 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=426849>
  13. Психолого-педагогическое сопровождение образовательного процесса: учеб. пособие / Б.Р. Мандель. — М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2017. — 152 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=539289>
  14. Психолого-педагогические основы сотрудничества в высшей школе: Монография/Н.Е.Соколкова - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 216 с.: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=504553>
  15. Психология общения. Практикум по психологии: Учебное пособие / Н.С. Ефимова. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 192 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=246035>
  16. Шарипов, Ф. В. Педагогика и психология высшей школы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ф. В. Шарипов. – М. : Логос, 2012. – 448 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469411>
  17. Гуревич, П. С. Психология и педагогика [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов / П. С. Гуревич. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 320 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=390296>
  18. Педагогическая психология: Учебное пособие / Б.Р. Мандель. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 368 с.: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=306830>
  19. Психология и педагогика: Учеб. пособие / Э.В. Островский, Л.И. Чернышова; Под ред. Э.В. Островского; ВЗФЭИ. - М.: Вуз. учебник, 2005. - 384 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=91973>
  20. Социальная психология образования: Учебное пособие / О.Б. Крушельницкая; Под ред. О.Б. Крушельницкой и др. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 320 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=462146>

К разделу 2.

1. [Ансельм А. И.](https://e.lanbook.com/book/71742) Введение в теорию полупроводников : учебное пособие. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2016. - 624 с. <https://e.lanbook.com/book/71742> (20 экз)
2. Байков Ю.А. Физика конденсированного состояния: учеб. пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 296 с. <https://e.lanbook.com/book/70766>
3. Брандт Н.Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния: учеб. пособие / Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. — Москва: Физматлит, 2010. — 632 с. <https://e.lanbook.com/book/59598>
4. Владимирова Г.Г. Физика поверхности твердых тел: учеб. пособие — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 352 с. <https://e.lanbook.com/book/71707>
5. Гантмахер В.Ф. Электроны в неупорядоченных средах — Москва: Физматлит, 2013. — 288 с. <https://e.lanbook.com/book/91178>
6. Епифанов Г.И. Физика твердого тела: учеб. пособие — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 288 с. <https://e.lanbook.com/book/2023>

7. Зегря Г.Г. Основы физики полупроводников: учеб. пособие / Г.Г. Зегря, В.И. Перель.— Москва : Физматлит, 2009. — 336 с. <https://e.lanbook.com/book/2371>
8. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. — Москва: Физматлит, 2008. — 488 с. <https://e.lanbook.com/book/2244>
9. Перлин Е.Ю. Физика твердого тела. Оптика полупроводников, диэлектриков, металлов: учеб. пособие / Е.Ю. Перлин, Т.А. Вартамян, А.В. Федоров. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2008. — 216 с. <https://e.lanbook.com/book/43431>
10. Шалимова К.В. Физика полупроводников: учеб. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 384 с. <https://e.lanbook.com/book/648>
11. [Медведев С. П.](#) Физика полупроводниковых и микроэлектронных приборов (биполярные приборы): учеб. пособие / Пенз. гос. ун-т. - Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. - 160 с.
12. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. М.: Наука, 2010. (3 экз)
13. [Демиховский В. Я.](#), Вугальтер Г. А. Физика квантовых низкоразмерных структур. - М. : Логос, 2000. - 248 с. (5 экз)
14. [Гинзбург И. Ф.](#) Введение в физику твердого тела. Основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твердого тела: учебное пособие / И. Ф. Гинзбург. - СПб. : Лань, 2007. - 544 с. (20 экз)
15. [Смирнов Ю. А.](#) Физические основы электроники: учеб. пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. - Москва: Лань, 2013. - 560 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5856](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5856)
16. Жуковский В. Ч., Кревчик В. Д.; Семенов М. Б.; Тернов А. И., Маргулис В. А. Квантовые эффекты в мезоскопических системах: учеб. пособие. - М.: Физический факультет МГУ, 2005 - Ч.2: Мезоскопика конденсированного состояния. Транспортные и магнитооптические свойства наноструктур. - 148 с. (5 экз)
17. Жуковский В. Ч., Кревчик В. Д.; Семенов М. Б.; Тернов А. И. Квантовые эффекты в мезоскопических системах: учеб. пособие. - М.: Физический факультет МГУ, 2002 - Ч.1: Квантовое туннелирование с диссипацией. - 108 с. (3 экз)
18. [Кревчик В. Д.](#) Введение в полупроводниковую наноэлектронику: учеб. пособие / Пенз. гос. ун-т. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2002. - 96 с. (20 экз)
19. Овчинников А.А. и др. Принципы управляемой модуляции низкоразмерных структур: монография / - М. : УНЦ ДО, 2003. - 510 с. (2 экз)
20. [Кревчик В. Д.](#) Метод потенциала нулевого радиуса в физике низкоразмерных систем: монография / В. Д. Кревчик, А. Б. Грунин ; Пенз. гос. ун-т. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. - 348 с. (50 экз)
21. Грунин А. Б. Магнитооптические эффекты в многоямных квантовых структурах с примесными центрами атомного типа : учебное пособие / под ред. В. Д. Кревчика ; Пенз. гос. ун-т. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. - 124 с. (70 экз)
22. Брандт Н.Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния: учеб. пособие / Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. — Москва: Физматлит, 2010. — 632 с. <https://e.lanbook.com/book/59598>
23. Бурбаева Н.В. Основы полупроводниковой электроники: учеб. пособие— Москва: Физматлит, 2012. — 312 с. <https://e.lanbook.com/book/5261>
24. Владимиров Г.Г. Физика поверхности твердых тел: учеб. пособие — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 352 с. <https://e.lanbook.com/book/71707>
25. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии: учеб. пособие — Москва: Физматлит, 2009. — 416 с. <https://e.lanbook.com/book/2173>
26. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. — Москва: Физматлит, 2008. — 488 с. <https://e.lanbook.com/book/2244>
27. Перлин Е.Ю. Физика твердого тела. Оптика полупроводников, диэлектриков, металлов: учеб. пособие / Е.Ю. Перлин, Т.А. Вартамян, А.В. Федоров. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2008. — 216 с. <https://e.lanbook.com/book/43431>

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
2016/17	м.в.1 9.09.16				
2017/18	м.в.1 14.09.17				