

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

**КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ**

СОГЛАСОВАНО

Директор института  
магистратуры и аспирантуры

 О.А. Бодров  
« 26 » 06 2020 г.

Заведующий кафедрой Общей и  
экспериментальной физики

 М.В. Дубков  
« 26 » 06 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОПиМД



 А.В. Корячко  
2020 г.

**ПРОГРАММА**

**ПОДГОТОВКИ К СДАЧЕ И СДАЧИ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА (Б4.Б.01)**

Направление подготовки – **03.06.01 Физика и астрономия**  
ОПОП - «Приборы и методы экспериментальной физики»  
Квалификация выпускника – **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Формы обучения – очная, заочная

Рязань 2020

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (подготовка кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 867.

Разработчик  
Заведующий кафедрой  
Общей и экспериментальной физики,  
д.т.н., доцент



М.В. Дубков

Программу обсуждена и одобрена на заседании кафедры Общей и экспериментальной физики, протокол № 8 от «25» июня 2020 г.

Заведующий кафедрой  
Общей и экспериментальной физики,  
д.т.н., доцент



М.В. Дубков

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа подготовки к сдаче и сдачи государственного экзамена по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 Физика и астрономия разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (подготовка кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 867.

В соответствии с Федеральным законом № 273-ФЗ от 29.12.2012 г. «Об образовании в Российской Федерации» государственная итоговая аттестация является обязательной.

Государственная итоговая аттестация выпускников аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», ОПОП - «Приборы и методы экспериментальной физики» в форме государственного экзамена проводится в соответствии с «Положением о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре», утвержденным ректором, и является обязательным элементом учебного процесса подготовки аспирантов по указанному направлению.

Программа разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

- Федеральным законом от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре): утв. Приказом Минобрнауки России от 19.11.2013 г. № 1259;

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» (уровень подготовки кадров высшей квалификации): утв. Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 г. № 867;

- Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»;

- Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.03.2016 г. № 227 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), программам ординатуры, программам ассистентуры-стажировки»;

- Уставом ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет».

Настоящая программа регламентирует содержание и порядок подготовки к этапу итоговой государственной аттестации в форме государственного экзамена для завершающих обучение выпускников аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, основной профессиональной образовательной программе «Приборы и методы экспериментальной физики».

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ОЦЕНИВАЕМЫХ ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ АСПИРАНТУРЫ В ФОРМЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

В соответствии с требованиями основной образовательной программы по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 Физика и астрономия; государственный экзамен для выпускников программы аспирантуры проводится по решению Ученого совета вуза.

Целью проведения итогового государственного экзамена является проверка личностных и профессиональных компетенций, приобретенных выпускником при изучении учебных циклов ОПОП, в соответствии с требованиями ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП вуза по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 Физика и астрономия.

Основной задачей государственного экзамена является установление соответствия компетенций выпускника результатам образования, заявленным вузом (теоретической части программы).

Для того чтобы оценка приобретенных компетенций была объективной, необходимо, чтобы тематика экзаменационных вопросов и заданий была комплексной и соответствовала избранным разделам из различных учебных циклов, формирующих конкретные компетенции.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО в процессе проведения государственного экзамена выпускник аспирантуры должен продемонстрировать освоение следующего комплекса компетенций:

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов по научно-исследовательской деятельности
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p><u>Знать:</u> методологию и принципы критического анализа и оценки современных научных достижений.</p> <p><u>Уметь:</u> порождать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p><u>Владеть:</u> приемами критического анализа и оценки современных научных достижений, развития креативности при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях – активности, мотивации, самостоятельной работы, благоприятной среды, вовлеченности в процесс развития.</p>
УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	<p><u>Знать:</u> психологические основы активного общения с коллегами в научной сфере деятельности, принципы работы в российских и международных исследовательских коллективах по решению научных и научно-образовательных задач.</p> <p><u>Уметь:</u> применять на практике навыки активного общения и работы в коллективе, брать на себя ответственность за выбранное решение, подчиняться интересам дела, порождать новые идеи.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками коммуникативной, проблемно-поисковой и рефлексивной (аналитической) форм как базой для активного общения с коллегами в российских и международных исследовательских коллективах по решению научных и научно-образовательных задач.</p>

УК-4	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	<p><u>Знать:</u> методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке.</p> <p><u>Уметь:</u> применять на практике методы и технологии научной коммуникации (обсуждение результатов исследований, соавторство, наставничество, коллегиальность) на государственном и иностранном языках.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками использования методов и технологий научной коммуникации (личное общение специальные семинары, конференции, симпозиумы) на государственном и иностранном языках.</p>
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p><u>Знать:</u> приемы и способы планирования и решения задач собственного профессионального и личностного развития.</p> <p><u>Уметь:</u> анализировать, систематизировать и структурировать необходимую информацию с целью формирования ресурсно-информационной базы для планирования и решения задач собственного профессионального и личностного развития.</p> <p><u>Владеть:</u> методами планирования и решения задач собственного профессионального и личностного развития с использованием самообразования и самоорганизации как основы научно-исследовательской деятельности.</p>
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p><u>Знать:</u> инновационные и вариативные концепции, модели, технологии и приемы организации и проведения экспериментальных исследований в области физики полупроводников с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><u>Уметь:</u> применять на практике основные приемы организации и проведения экспериментальных исследований в области физики полупроводников, современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии, анализировать экспериментальные результаты и обосновывать полученные выводы.</p> <p><u>Владеть:</u> методами организации и проведения экспериментальных исследований в области физики полупроводников с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>
ОПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	<p><u>Знать:</u> принципы формирования основных образовательных программ высшего образования и организации преподавательской деятельности в высшей школе.</p> <p><u>Уметь:</u> ориентироваться в отдельных разделах основных образовательных программ высшего профессионального образования в процессе преподавательской деятельности.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками проектирования и реализации основных образовательных программ высшего профессионального образования в процессе преподавательской деятельности</p>
ПК-1	Способность модернизировать известные и разрабатывать новые методики и методы физических измерений	<p><u>Знать:</u> основные принципы и методы измерений физических величин, основанных на современных достижениях в различных областях физики.</p> <p><u>Уметь:</u> модернизировать известные и разрабатывать новые методики измерений физических величин.</p> <p><u>Владеть:</u> методологией модернизации и разработки новых методик измерений физических величин.</p>

ПК-2	Способность разрабатывать программное обеспечение для новых методик исследования физических явлений и процессов	<p><u>Знать:</u> методы разработки программного обеспечения, алгоритмы и программные средства обработки данных исследования физических явлений и процессов для новых методик исследования.</p> <p><u>Уметь:</u> разрабатывать программное обеспечение для новых методик исследования физических явлений и процессов.</p> <p><u>Владеть:</u> приемами и методами разработки программного обеспечения для новых методик исследования физических явлений и процессов.</p>
ПК-3	Способность моделировать физические явления и процессы в электронных приборах с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	<p><u>Знать:</u> методы и приемы моделирования физических явлений и процессов в электронных приборах с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><u>Уметь:</u> моделировать физические явления и процессы в электронных приборах с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><u>Владеть:</u> методами и приемами моделирования физических явлений и процессов в электронных приборах с использованием современных информационно-коммуникационных технологий</p>
ПК-4	Способность обрабатывать и интерпретировать экспериментальные результаты исследования физических процессов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	<p><u>Знать:</u> концепции, модели, технологии и приемы организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов обработки и представления экспериментальных данных на основе информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><u>Уметь:</u> обрабатывать и интерпретировать экспериментальные результаты исследования физических процессов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><u>Владеть:</u> методами и приемами обработки и интерпретации экспериментальных результатов исследования физических процессов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение</p>
ПК-5	Готовность планировать и публично представлять результаты научных исследований по выбранной научной тематике	<p><u>Знать:</u> правовые основы регулирования научно-технической деятельности в РФ и системы подготовки научно-педагогических кадров, основные инструменты государственной поддержки научной деятельности.</p> <p><u>Уметь:</u> готовить документы для участия в научных конкурсах (тендерах, грантах), оформлять проектную и отчетную документацию.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками оформления научных публикаций в рецензируемых научных изданиях, в т.ч. индексируемых в отечественных и зарубежных базах данных и системах учета, публичного представления результатов научной деятельности.</p>
ПК-7	Способность преподавать учебные курсы, дисциплины (модули) или проводить отдельные виды учебных занятий по программам бакалавриата и (или)	<p><u>Знать:</u> педагогические, психологические и методические основы развития мотивации, организации и контроля учебной деятельности на занятиях различного вида.</p> <p><u>Уметь:</u> использовать педагогически обоснованные формы, методы и приемы в процессе проведения учебных занятий, применять современные технологии профессионально-ориентированного обучения.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками контроля и оценки освоения учебного курса, дисциплины (модуля), применения современных</p>

	ДПП	оценочных средств, обеспечения объективности оценки обучающихся.
ПК-8	Способность разрабатывать учебно-методическое обеспечение реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) или отдельных видов учебных занятий программ бакалавриата и (или) ДПП	<u>Знать:</u> законодательство Российской Федерации об образовании и о персональных данных, локальные нормативные акты, регламентирующие организацию образовательного процесса, требования к разработке образовательных программ, включая рабочие программы дисциплин, оценочным и методическим материалам. <u>Уметь:</u> разрабатывать и обновлять рабочие программы, учебные пособия, методические материалы, в том числе оценочные средства, обеспечивающие реализацию учебных курсов, дисциплин (модулей). <u>Владеть:</u> навыками разработки планов учебных занятий (семинарских, практических занятий, лабораторных работ и др.) с использованием современных педагогических методов и технологий профессионально ориентированного обучения.
ПК-9	Способность организовывать научно-исследовательскую, проектную, учебно-профессиональную и иную деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП	<u>Знать:</u> теоретические основы и технологию организации научно-исследовательской и проектной деятельности. <u>Уметь:</u> определять актуальную тематику и формулировать темы исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП. <u>Владеть:</u> навыками оказания методической помощи обучающимся в выборе темы и выполнении основных этапов проектных и исследовательских работ.

### **3 МЕСТО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ВЫПУСКНИКОВ АСПИРАНТУРЫ В СТРУКТУРЕ ООП, ОБЪЕМ И СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ**

Государственный экзамен (Б4.Б.01) относится к блоку 4 «Государственная итоговая аттестация» учебного плана, проводится в 8 семестре по очной и на 5 курсе по заочной форме обучения согласно календарному графику учебного процесса. Объем составляет 108 часов (3 зачетных единицы) по очной и заочной формам обучения.

### **4 СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОРМЫ ОТЧЕТНОСТИ**

#### **4.1 Общие положения**

Порядок проведения государственной итоговой аттестации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, установленный перечисленными выше документами, регламентирует проведение государственной итоговой аттестации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и определяет формы государственной итоговой аттестации по указанным образовательным программам.

Государственная итоговая аттестация, завершающая освоение основных образовательных программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре является итоговой аттестацией обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров. Государственная итоговая аттестация проводится

государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ подготовки научно-педагогических, соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

К государственной итоговой аттестации допускаются обучающиеся, в полном объеме выполнившие учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующим образовательным программам.

Государственная итоговая аттестация не может быть заменена оценкой качества освоения образовательных программ на основании итогов промежуточной аттестации обучающегося.

В случаях, когда основной образовательной программой предусмотрено в ходе проведения государственной итоговой аттестации обязательное или возможное обращение к сведениям, составляющим государственную тайну, все положения настоящего Порядка должны реализовываться с учетом закона Российской Федерации от 21 июля 1993 г. № 5485-1 «О государственной тайне» с изменениями и дополнениями, действующими на момент проведения государственной итоговой аттестации.

Лицам, успешно прошедшим государственную итоговую аттестацию по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре выдается соответственно диплом об окончании аспирантуры по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 Физика и астрономия с присвоением квалификации – Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Обучающиеся, не прошедшие государственную итоговую аттестацию или получившие на государственной итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, вправе пройти государственную итоговую аттестацию в сроки, определяемые федеральным государственным образовательным стандартом.

Лицам, не прошедшим государственной итоговой аттестации по уважительной причине (по медицинским показаниям или в других исключительных случаях, документально подтвержденных), должна быть предоставлена возможность пройти государственную итоговую аттестацию без отчисления из образовательной организации, в соответствии с медицинским заключением или другим документом, предъявленным аспирантом.

Лицам, не прошедшим государственную итоговую аттестацию или получившим на государственной итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому организацией.

#### **4.2 Формы государственной итоговой аттестации для обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

К основным формам государственной итоговой аттестации выпускников аспирантуры РГРТУ относятся: государственный экзамен и доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

Государственный экзамен носит комплексный характер и служит в качестве средства проверки конкретных функциональных возможностей аспиранта, способности его к самостоятельным суждениям на основе имеющихся знаний, универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

### **4.3 Государственные экзаменационные комиссии по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Для проведения государственной итоговой аттестации формируется государственная экзаменационная комиссия. Государственная экзаменационная комиссия руководствуется в своей деятельности соответствующими федеральными государственными образовательными стандартами в части, касающейся требований к государственной итоговой аттестации аспирантов.

Основными задачами государственных экзаменационных комиссий являются:

- определение соответствия результатов освоения аспирантом программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре требованиям федерального государственного образовательного стандарта;

- принятие решения о выдаче аспиранту, успешно прошедшему государственную итоговую аттестацию по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, диплома об окончании аспирантуры.

Государственные экзаменационные комиссии возглавляют председатели. Председателем государственной экзаменационной комиссии утверждается лицо, не работающее в данной организации из числа докторов наук, профессоров соответствующего направления подготовки.

Состав государственных экзаменационных комиссий утверждается распорядительным актом организации (РГРТУ) не позднее, чем за месяц до начала проведения государственной итоговой аттестации.

Состав государственной экзаменационной комиссии по аттестации научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук формируется из профессорско-преподавательского состава и научных работников организации, а также представителей работодателей, ведущих преподавателей и научных работников других организаций. Государственные экзаменационные комиссии действуют в течение одного календарного года.

### **4.4 Процедура проведения государственной итоговой аттестации по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Государственная итоговая аттестация проводится по месту нахождения РГРТУ. Государственная итоговая аттестация начинается с государственного экзамена. Не позднее чем за 30 календарных дней до дня проведения первого государственного аттестационного испытания утверждается расписание государственных аттестационных испытаний, в котором указываются даты, время и место проведения государственных аттестационных испытаний и предэкзаменационных консультаций, и доводит расписание до сведения обучающегося, членов государственных экзаменационных комиссий и апелляционных комиссий, секретарей государственных экзаменационных комиссий, руководителей и консультантов выпускных квалификационных работ.

При формировании расписания устанавливается перерыв между государственными аттестационными испытаниями продолжительностью не менее 7 календарных дней.

На каждого аспиранта заполняется протокол приема государственного экзамена, в который вносятся вопросы билетов и дополнительные вопросы членов государственной экзаменационной комиссии. Протокол приема экзамена

подписывается всеми членами государственной экзаменационной комиссии, которые присутствовали на экзамене. Уровень знаний аспиранта оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Результаты экзамена объявляются аспиранту в тот же день после оформления протоколов заседания комиссии.

Аспиранты, не прошедшие государственную итоговую аттестацию в форме государственного экзамена, к аттестации доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) не допускаются. Аттестация доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) аспиранта оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Члены государственной экзаменационной комиссии простым большинством голосов оценивают основные результаты подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) и выносят решение: - о выдаче диплома; - о переносе срока аттестации доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) аспирантом; - об отчислении из аспирантуры с выдачей справки.

Решение государственной экзаменационной комиссии объявляются аспиранту в тот же день после оформления протокола заседания государственной экзаменационной комиссии.

Протоколы заседаний государственных экзаменационных комиссий после проведения государственной итоговой аттестации хранятся в архиве организации (РГРТУ).

Для обучающихся из числа инвалидов государственная итоговая аттестация проводится организацией с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья. Все локальные нормативные акты организации по вопросам проведения государственной итоговой аттестации доводятся до сведения обучающихся инвалидов в доступной для них форме.

По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность сдачи обучающимся инвалидом государственного аттестационного испытания может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи.

#### **4.5 Содержание государственного экзамена по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Государственный экзамен носит комплексный характер и проводится по нескольким дисциплинам программы аспирантуры, направленным на педагогическую составляющую и специфику направленности.

В программу государственного экзамена включены вопросы по следующим разделам, соответствующим дисциплинам основной профессиональной образовательной программы:

Б1.Б.03 Специальная дисциплина по направлению подготовки «Физика и астрономия»;

Б1.В.01 Педагогика высшей школы;

Б1.В.02 Организация и управление научными исследованиями;

а также одна из дисциплин по выбору аспиранта (в зависимости от изученной дисциплины в процессе обучения):

для ОПОП - «Приборы и методы экспериментальной физики»:

Б1.1.В.05а Моделирование физических процессов;

Б1.1.В.056 Методы математической обработки экспериментальных результатов;

## **5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

Государственный экзамен является компонентом итоговой аттестации наряду с обязательной к выполнению по результатам освоения образовательной программы научной квалификационной работой (НКР) аспиранта.

Государственный экзамен может проводиться в письменной, устной или смешанной форме. В экзаменационные билеты должны быть включены вопросы дисциплин ОПОП.

Уровень теоретической подготовки выпускника определяется составом усвоенных им теоретических знаний и методов, а также умением осознанно, эффективно применять их при решении задач анализа объектов и процессов в различных предметных областях жизнедеятельности общества и человека.

Государственный экзамен ориентирован на выявление у каждого из экзаменуемых целостной системы базовых знаний и умений, образующих основу для последующего профессионального самоопределения выпускника и повышения его квалификации.

Государственный экзамен организуется и осуществляется, как правило, в форме собеседования экзаменуемого с группой экспертов – членов государственной экзаменационной комиссии (ГЭК), наделенной в установленном порядке соответствующими полномочиями.

Средством, определяющим содержание собеседования выпускника с экспертами, являются экзаменационный билет и/или экзаменационная задача, своим содержанием и структурой отвечающие требованиям федерального стандарта по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 Физика и астрономия; ОПОП 1 - «Приборы и методы экспериментальной физики», ОПОП 2 - «Физика полупроводников», ОПОП 3 - «Физическая электроника».

Экзаменационный билет включает в себя перечень вопросов, относящихся к различным теоретическим разделам каждой из учебных дисциплин, включенных в программу государственного экзамена. В процессе подготовки ответа аспирантам разрешается пользоваться справочной литературой.

Экспертной оценке на заключительной стадии ГЭ подвергаются устные ответы экзаменуемого на вопросы экзаменационного билета и на вопросы членов ГЭК.

Оценка результатов сдачи государственного экзамена осуществляется по шкале оценок: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", что соответствует шкале "компетенции студента полностью соответствуют требованиям ФГОС ВО", "компетенции студента соответствуют требованиям ФГОС ВО", "компетенции студента в основном соответствуют требованиям ФГОС ВО", "компетенции студента не соответствуют требованиям ФГОС ВО".

Решение об оценке ГЭК принимает коллегиально и утверждает путем голосования ее членов, простым большинством голосов.

## **6 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

Фонд оценочных средств для проведения государственного экзамена представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

**7 ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА  
ВЫПУСКНИКОВ АСПИРАНТУРЫ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

**7.1 Программа специальной дисциплины  
по направлению подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия»**

**7.1.1 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам  
(разделам)**

**1. Введение. Основные понятия квантовой механики.** Принцип неопределенности и принцип суперпозиции состояний. Описание физических величин в квантовой механике: представление динамических переменных с помощью операторов. Свойства линейных операторов. Собственные функции и собственные значения линейных операторов. Измерения в квантовой физике, волновая функция и её физический смысл. Оператор Гамильтона и энергия. Операторы импульса и момента импульса частицы. Стационарные состояния. Проблема одновременной измеримости различных динамических переменных. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Принцип соответствия.

**2. Уравнение Шредингера для одномерного движения частиц.** Нестационарное и стационарное уравнения Шредингера. Частица в одномерной потенциальной яме. Стационарное уравнение Шредингера как частный случай задачи Штурма – Лиувилля. Линейный гармонический осциллятор, его собственные значения и собственные функции, полиномы Эрмита и функции Эрмита-Гаусса. Теория излучения квантового гармонического осциллятора: коэффициенты Эйнштейна, правила отбора для излучательных переходов. Квантование колебаний атомов в одномерной цепочке, акустические и оптические фононы. Комбинационное рассеяние света и рассеяние Мандельштама – Бриллюэна. Волновая функция в квазиклассическом случае. Прохождение частиц через потенциальный барьер: автоэлектронная эмиссия, формула Фаулера-Нордгейма. Уравнение Шредингера для электронов в пространственно периодическом потенциальном поле. Теорема Блоха. Математическое обоснование существования запрещенных зон в энергетическом спектре электрона в пространственно периодическом поле и его физический смысл.

**3. Математическое моделирование атома водорода.** Уравнение Шредингера в сферических координатах. Движение частицы в центрально-симметричном поле. Собственные функции и собственные значения оператора момента импульса. Полиномы Лежандра и присоединенные функции Лежандра. Классификация состояний электрона по моменту импульса. Решение уравнения Шредингера для движения электрона в кулоновском поле ядра; радиальная часть волновой функции и полиномы Лагерра. Волновые функции электрона в атоме водорода как решения уравнения Шредингера. Квантовые числа как собственные значения линейных операторов.

**4. Математические модели многоэлектронных атомов.** Особенности спектров щелочных металлов: дублетная структура и спин электрона. Радиальная и угловая части волновой функции для электронов в атоме гелия. Волновые функции электронов с учетом спина. Математическая формулировка принципа Паули. Спин-орбитальное

взаимодействие и закономерности расщепления спектральных линий. Триpletные и синглетные состояния. Приближенные методы расчета сложных атомов: вариационный метод, метод Ритца, метод самосогласованного поля, статистический метод. Особенности энергетических состояний атомов инертных газов. Метастабильные состояния. Резонансное излучение и особенности его распространения в газе (уравнение Бибермана – Холстейна для диффузии резонансного излучения). Расщепление энергетических уровней атома в магнитном поле (эффект Зеемана).

**5. Метод функций Грина решения неоднородных задач.** Функция Грина для уравнений теплопроводности и электростатики. Построение функций Грина для плоскости. Построение функций Грина для круга и полуплоскости. Построение функций Грина для шара, внешности шара и полупространства. Представление решений неоднородных задач с помощью функций Грина. Интеграл Кирхгофа и скалярная оптика.

**6. Заключение.** Современные методы и подходы к решению задач физической электроники.

### **7.1.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения специальной дисциплины по направлению подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия»**

#### **Основная учебная литература**

- 1) Мартинсон Л.К. Квантовая физика: Учеб.пособие М.:МГТУ.2006, 527с.
- 2) Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. М.: Лаборатория базовых знаний, 2001, 271 с.
- 3) Суханов А.Д. Лекции по квантовой физике: Учеб.пособие для вузов. М.:Высшая школа. 1991. 383с
- 4) Реутов А.Т. Физика лазеров. Часть 2. Основы теории лазеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Т. Реутов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Российский университет дружбы народов, 2011. — 96 с. — 978-5-209-03654-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11534.html>
- 5) Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91904>. — Загл. с экрана.
- 6) Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: В 3т. Учебник для вузов. М.:Физматлит.;СПб.: Невский диалект, 2002, 728с.

#### **Дополнительная учебная литература**

- 1) Ахманов С.А. Физическая оптика [Электронный ресурс] : учебник / С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. — 656 с. — 5-211-04858-X. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13050.html>
- 2) Шандаров С.М. Введение в квантовую и оптическую электронику [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Шандаров, А.И. Башкирова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 98 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13922.html>

## **7.2 Программа дисциплины «Педагогика высшей школы»**

### **7.2.1 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)**

1. Педагогика высшей школы, её роль и место в учебном процессе вуза. Цель и задачи, объект, предмет, функции, структура и содержание учебной дисциплины. Основные педагогические понятия и их характеристика. Методологические основы педагогики высшей школы, законы и закономерности, принципы и подходы, методы, приоритетные стратегии и тенденции развития высшего образования, характеристика субъектов деятельности (педагоги – обучаемые).

2. Методология и методы педагогического исследования. Наука. Теория. Практика. Методология – наука о научном познании. Методологические характеристики педагогического исследования: актуальность, проблема, тема, цель, объект, предмет, гипотеза, задачи, защищаемые положения исследования. Понятие и соотношение объекта и предмета исследования. Концепция и модель исследования. Логика педагогического исследования. Система методов (комплексная методика) педагогического исследования. Научная новизна результатов. Теоретическая и практическая значимость исследования.

3. Тенденции развития мирового образовательного пространства. Проблемы модернизации образования в России. Понятие мирового образовательного пространства. Проблема глобализации образования. Тенденции развития мирового образовательного пространства. Образование как социокультурный феномен. Парадигмы образования. Содержание образования – важнейшая составляющая образовательной системы. Проблемы модернизации образования в России в контексте решений Болонского процесса. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования.

4. Дидактика как наука о теориях образования. Понятие о дидактике и дидактической системе. Современные дидактические концепции и теории. Характеристика основных концепций развивающего и личностно ориентированного обучения. Движущие силы, закономерности, принципы обучения. Актуальные проблемы современной дидактики высшей школы.

5. Целостный педагогический процесс. Понятие о целостном педагогическом процессе как системе. Основные компоненты педагогического процесса в вузе и их характеристика. Логика и условия построения целостного педагогического процесса. Обучение в целостном педагогическом процессе. Функции обучения. Логика учебного процесса обучения. Виды, формы и методы обучения, их характеристика. Деятельность и взаимодействие педагога и обучающегося. Оценка и самооценка качества обучения.

6. Общие основы теории воспитания. Понятие, цель, задачи и ценностные ориентиры воспитания. Современные подходы и российские концепции воспитания. Приоритетные направления воспитания: духовно-нравственное, гражданско-патриотическое, социокультурное. Содержание, формы и методы организации воспитательного процесса. Проблемы воспитания в высшей школе. Взаимодействие вуза с другими субъектами социума.

7. Воспитательное пространство и современные системы воспитания в высшей школе. Общая стратегия воспитания. Воспитательный процесс как система.

Воспитательная система и воспитательное пространство в вузе. Воспитательное пространство: основные характеристики. Воспитательная среда дополнительного образования в вузе. Деятельность педагога в воспитательном пространстве вуза. Характеристика субъектов воспитания.

8. Педагогические технологии: основные понятия и их характеристика. Сущность педагогической технологии: понятие, структура, содержание. Системообразующие компоненты педагогических технологий и их характеристика: диагностирование, целеполагание, проектирование, конструирование, организационно-деятельностный, контрольно-оценочный и управленческий (рефлексия, обратная связь и коррекция). Выбор технологии, ориентированной на совокупность целей и решение педагогических и профессиональных задач. Формирование компетентности аспирантов в учебно-профессиональной деятельности.

9. Современные технологии обучения в высшей школе. Классификация педагогических технологий: по цели (образовательные, воспитательные, развивающие); новизне (традиционные, инновационные, личностно ориентированные); организации учебного процесса (индивидуальные, групповые, коллективные, смешанные); методической задачи (технология учебного предмета). Характеристика современных технологий обучения: развивающее (проблемное, эвристическое и др.), модульное, дифференцированное, личностно ориентированное, компетентностно ориентированное, информационно-коммуникационное.

10. Технологии воспитательного процесса в вузе. Понятие и сущность технологии воспитательного процесса в вузе. Компоненты технологии воспитания: диагностирование, постановка цели и задач, проектирование содержания, организация видов творческой деятельности (индивидуальной, групповой, коллективной), анализ результатов. Технология воспитания в процессе обучения и во внеаудиторной деятельности в вузе. Технология общения и педагогического взаимодействия субъектов воспитательного процесса. Совершенствование организационной структуры и научно-методического обеспечения воспитания студентов.

11. Характеристика особенностей современного студента вуза. Социально-психологические особенности студенческого возраста, развитие и саморазвитие личности студента. Профессионально-педагогическая направленность (потребности, мотивация, личностные интересы, готовность к учебно-познавательной и научной деятельности), ценностные ориентации студентов (духовно-нравственные, профессиональные и др.). Критерии и показатели уровня воспитанности студента.

12. Модель личности студента высшей школы. Понятия: модель, компетентность, компетенция, профессиональная компетентность. Основные компоненты модели личности студента вуза и их характеристика. Квалификационная характеристика выпускника высшей школы и её структурная схема: специальная профессиональная компетентность (квалификация); социально-психологическая компетентность; общая социально-психологическая компетентность; специальная социально-психологическая компетентность. Модель как основа для разработки и реализации процесса подготовки специалиста.

13. Квалификационная характеристика преподавателя вуза. Характеристика деятельности преподавателя высшей школы: цель, задачи, объекты, виды. Квалификационно-должностные уровни (ассистент, старший преподаватель, доцент, профессор). Профессиональная компетентность (знания, умения, способности, личностные качества, опыт инновационной деятельности). Педагог высшей школы как воспитатель, преподаватель, методист, технолог, исследователь.

14. Профессиональная педагогическая культура преподавателя вуза. Педагогическая культура преподавателя как социально-профессиональное явление. Основные компоненты профессиональной педагогической культуры (методологический, аксиологический, технологический, личностно-творческий). Педагогическая этика. Культура общения и взаимодействия. Самовоспитание и саморазвитие педагога вуза.

15. Права и обязанности преподавателя высшей школы. Нормативно-правовые документы о правах и обязанностях педагога (федеральные, регионально-муниципальные, внутривузовские). Должностные обязанности преподавателя вуза. Ответственность педагога за качество обучения и воспитания студентов.

## **7.2.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) «Педагогика высшей школы»**

### **Основная учебная литература**

1. Громкова М.Т. Педагогика высшей школы [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов педагогических вузов / М.Т. Громкова. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2015. — 446 с. — 978-5-238-02236-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52045.html>

2. Пионова, Р.С. Педагогика высшей школы [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск: "Вышэйшая школа", 2005. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65281>. — Загл. с экрана. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20269.html>

3. Розов, Н.Х. Педагогика высшей школы : учеб. пособие для вузов / Розов Николай Христович, Попков Владимир Андреевич, Коржуев Андрей Вячеславович. — М.: Юрайт, 2017. — 161 с. — (Образовательный процесс).

4. Самойлов, В.Д. Педагогика и психология высшей школы. Андрогиогическая парадигма : учеб. / Самойлов Василий Дмитриевич. — М.: ЮНИТИ-ДАНА : Закон и право, 2015. — 207 с.

5. Шарипов Ф.В. Педагогика и психология высшей школы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф.В. Шарипов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2016. — 448 с. — 978-5-98704-587-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66421.html>

### **Дополнительная учебная литература:**

1. Алехин И.А. Педагогика [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Алехин, А.И. Пустозеров. — Электрон. текстовые данные. — М. : Российская таможенная академия, 2012. — 108 с. — 978-5-9590-0369-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69505.html>

2. Афонин И.Д. Психология и педагогика высшей школы [Электронный ресурс] : учебник / И.Д. Афонин, А.И. Афонин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Русайнс, 2016. — 244 с. — 978-5-4365-0891-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61648.html>

3. Кавдангалиева, М.И. Педагогика и психология высшей школы. Электронный курс [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-

Петербург : ИЗО СПбУТУиЭ, 2010. — 184 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63896>. — Загл. с экрана.

4. Педагогика : учеб. для вузов / под. ред. А.П. Тряпицыной. – СПб: Питер, 2017. – 304 с. – (Стандарт третьего поколения).

5. Педагогическая психология [Электронный ресурс] : учебник для студентов высших учебных заведений / Н.В. Ключева [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2016. — 235 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42768.html>

6. Попов Е.Б. Основы педагогики [Электронный ресурс] : учебное пособие для слушателей магистратуры / Е.Б. Попов. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский институт (филиал) Московского государственного юридического университета имени О.Е. Кутафина, 2015. — 112 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40211.html>

7. Шадриков В.Д. Качество педагогического образования [Электронный ресурс] : монография / В.Д. Шадриков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2012. — 200 с. — 978-5-98704-635-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14319.html>

### **7.3 Программа дисциплины «Организация и управление научными исследованиями»**

#### **7.3.1 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)**

**1. Основные понятия научной деятельности.** Понятие и основные системные признаки научного исследования. Классификация научных исследований: фундаментальные и прикладные. Формы и методы научного исследования: экспериментальное, методическое, описательное, экспериментально-аналитическое, историко-биографическое исследования и исследования смешанного типа. Теоретические и эмпирические уровни исследования. Индивидуальные и коллективные научные исследования.

**2. Научные коммуникации.** Научные коммуникации как средство обмена новыми знаниями. Цели и виды научных коммуникаций. Традиционные средства научных коммуникаций: формальные (журнальные статьи, сборники научных трудов, материалов конференций, монографии), полуформальные (рукописи, препринты, научные отчеты, текстовые сообщения и т. д.), неформальные (личное общение, семинары, конференции, симпозиумы). Новые средства научных коммуникаций.

Основные источники научной информации. Виды научных и учебных изданий. Интернет как источник научной информации. Библиотечные каталоги, их виды. Электронный каталог и электронная библиотека.

Формы регистрации научной информации. Базы РИНЦ, Web of Science и Scopus. Показатели публикационной активности автора. Составление рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований.

Основные требования и правила подготовки научной статьи, доклада. Принципы и правила рецензирования научных работ.

Этика научных коммуникаций. Деонтологические принципы в научной деятельности. Плагиат. Язык и стиль научной публикации.

**3. Организация и управление научным коллективом.** Коллективный интеллект как результат синергетической деятельности научного коллектива, его значение и особенности. Индивидуальные роли участников научного коллектива. Принципы эффективного функционирования научного коллектива. Способы отбора кандидатов. Формы организации научных коллективов: формальные и неформальные. Сущность и назначение функционирования научных школ. Планирование научного исследования. Этапы проведения научных исследований: подготовительный, проведение теоретических и эмпирических исследований; работа над рукописью и её оформление; представление результатов работ и внедрение результатов научного исследования. Этапы НИОКР. Оценка результатов коллективной деятельности. Эффективность коллективной деятельности. Принципы и методы организации коллективной деятельности по получению научного результата. Конфликт: понятие, составные элементы, структура. Причины возникновения конфликтов. Динамика конфликтов. Роль руководителя в управлении конфликтами. Предупреждение и профилактика конфликтов. Способы разрешения различных видов конфликтов. Переговорный процесс как форма регулирования конфликта. Основные формы завершения конфликта. Выигрыш и проигрыш.

**4. Государственная политика в области науки и образования.** Состояние и уровень развития научной и образовательной сферы РФ. Концепция государственной научно-технической политики РФ. Оценка результативности деятельности научных организаций.

**5. Государственная и негосударственная поддержка научной деятельности.** Типология федеральных целевых и ведомственных программ. Основные направления научно-исследовательской деятельности, поддерживаемые в рамках федеральных целевых и ведомственных программ. Федеральная целевая программа развития образования как интегрирующая составляющая модернизации образования в РФ. Виды конкурсов. Гранты Президента РФ: виды конкурсов, требования к проектам. Государственные фонды РГНФ, РФФИ, РФФИ: основные направления деятельности, виды конкурсов. Негосударственные фонды и грантодающие организации: основные направления деятельности. Виды конкурсов. Приоритеты. Выполнение научных исследований в рамках инновационных программ крупных компаний. Государственная поддержка научных коллективов.

**6. Организация научных исследований в вузе.** Структура управления научными исследованиями в вузе. Состояние научной сферы вуза. Выполнение научных исследований в рамках государственного задания. Выполнение научных исследований по заказу предприятия и организаций. Структура договора. Федеральный закон от 29.12.1994 № 77-ФЗ «Об обязательном экземпляре документов». Система ЕГИСУ НИОКТР, ФГАНУ ЦИТиС.

**7. Затраты на научные исследования.** Статьи затрат на НИР. Смета затрат на НИР. Отчетные финансовые документы.

**8. Организация подготовки научных и педагогических кадров в аспирантуре.** Федеральный закон «Об образовании в РФ». Уровни системы высшего образования в РФ. ФГОС ВО: структура и требования к реализации основных образовательных программ аспирантуры. Профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного

профессионального образования». Требования и процедура защиты научно-квалификационной работы аспиранта.

**9. Защита диссертации на соискание степени кандидата (доктора) наук.** Номенклатура научных специальностей. Ученые степени и звания. Всероссийская аттестационная комиссия Российской Федерации. Система диссертационных советов в РФ. Нормативные документы, регулирующие деятельность ВАК РФ и диссертационных советов. Требования к кандидатским и докторским диссертациям. Автореферат диссертации. Процедура представления к защите и защита кандидатских и докторских диссертаций.

### **7.3.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) «Организация и управление научными исследованиями»**

#### **Основная учебная литература**

1. Организация и ведение научных исследований аспирантами [Электронный ресурс]: учебник / Е.Г. Анисимов [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: Российская таможенная академия, 2014. – 278 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69989.html>

2. Шарипов Ф.В. Психология и педагогика творчества и обучение исследовательской деятельности. Педагогическая инноватика [Электронный ресурс]: монография / Ф.В. Шарипов. – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, Университетская книга, 2016. – 584 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70716.html>

#### **Дополнительная учебная литература:**

1. 7 научных прорывов России и еще 42 открытия, о которых нужно знать. – М.: Эксмо, 2011. – 263 с.

2. Китайский В.Е. Патентование изобретений и полезных моделей: пособие для заявителей. – М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2010. – 214 с.

3. Кузин Ф.А. Кандидатская диссертация: Методика написания, правила оформления и порядок защиты: Практик. пособие для аспирантов и соискателей ученой степени. – М.: Ось-89, 2011. – 224 с.

4. Мокий М.С., Никифоров А.Л., Мокий В.С. Методология научных исследований. – М.: Юрайт, 2015. – 256 с.

5. Право интеллектуальной собственности [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Юриспруденция» / Н.М. Коршунов [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 327 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71041.html>

## **7.4. Программы дисциплин по выбору аспирантов**

### **7.4.1.1 Программа дисциплины «Моделирование физических процессов» по направлению подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия», ОПОП «Приборы и методы экспериментальной физики»**

1. **Введение.** Предмет и задачи курса. Требования, предъявляемые к математическим моделям: адекватность, экономичность, точность, универсальность. Классификация математических моделей. Ограничения ММ.

2. **Методы моделирования электростатических полей.** Метод конечных разностей, типы краевых задач, задание граничных условий при расчете ЭВП. Конечно-разностный аналог уравнения Лапласа и Пуассона. Итерационные методы решения системы конечно-разностных уравнений. Метод одномерной прогонки. Метод продольно-поперечных прогонок Пирсмана-Ракфорда. Метод функции Грина. Метод интегральных уравнений.

3. **Методы моделирования магнитных полей.** Расчет магнитных полей на ЭВМ. Расчет собственных полей потоков заряженных частиц, уравнения Максвелла. Расчет внешних магнитных полей, использование метода конечных разностей для расчета магнитных полей в системе полюсных наконечников и экранов. Расчет магнитного поля по его осевому распределению, параксиальное приближение; трехмерный случай, использование в качестве исходных экспериментальных данных, получаемых на установках с датчиками Холла.

4. **Моделирование процессов движения заряженных частиц.** Уравнения движения в форме Ньютона. Сведение системы дифференциальных уравнений второго порядка к системе уравнений первого порядка. Методы численного интегрирования уравнений движения: метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Эйлера-Коши с итерациями, их недостатки; методы Рунге-Кутты, методы Адамса, оценка погрешностей. Рекомендации по выбору методов при расчете ЭП.

5. **Модели потоков заряженных частиц.** Классификация моделей. Модели электронных потоков для расчета статических процессов: двумерные модели в виде нитей, модель трубок тока, объемные модели, трехмерные модели. Модели электронного потока для расчета динамических процессов: метод макрочастиц, одномерная дисковая модель, двумерная дисковая модель, дисково-кольцевая модель, метод "опорных частиц", понятие о "контрольных электронах", двумерная и трехмерная модели потока из деформирующихся элементов.

6. **Методы расчета полей пространственного заряда.** Метод функции Грина для одномерной и многомерной моделей макрочастиц, метод отраженных зарядов, сеточные методы. Расчет распределения пространственного заряда в дискретной модели электронного потока в стационарном и нестационарном процессах.

7. **Моделирование процессов эмиссии и инъекции.** Расчет тока термоэмиссии с катодов произвольной формы. Расчет тока автоэмиссии. Моделирование стационарных и нестационарных процессов. Моделирование виртуального катода, учет тепловых скоростей.

**7.4.1.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы,  
необходимой для освоения дисциплины (модуля)  
«Моделирование физических процессов»**

**Основная литература**

1. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учебник. М.: Высш. шк., 2002. 840 с.
2. Денбновецкий С.В., Писаренко Л.Д., Резниченко В.К. Основы автоматизированного проектирования электронных приборов. К.: Высшая школа, 1987. 336 с.
3. Молоковский С.И., Сушков А.Д. Интенсивные электронные и ионные пучки. М.: Энергоатомиздат, 1992. 304 с.

**Дополнительная литература**

1. Моделирование в задачах исследования и оптимизации сложных процессов: учебное пособие. – Львович Е.Я., Ступаченко А.А., Фомин К.Б. и др. – Воронеж: ВПИ, 1974. – 176 с.
2. Бененсон З.М. Моделирование и оптимизация на ЭВМ радиоэлектронных устройств / Бененсон З.М., Елистратов М.Р., Ильин Л.К. – М.: Радио и связь, 1981. – 272 с.
3. Моделирование и проектирование радиоэлектронных средств: сб. науч. трудов. – Л.: Известия ЛЭТИ им. В.И.Ульянова (Ленина), 1990. – 96 с.

**7.4.2.1 Программа дисциплины «Методы математической обработки  
экспериментальных результатов»  
по направлению подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия»,  
ОПОП «Приборы и методы экспериментальной физики»**

**1. Введение.** Предмет и задачи курса. Роль вычислительной техники в научных исследованиях. Круг научных задач, решаемых с использованием вычислительной техники: системы автоматизации проектирования, методы сбора и обработка экспериментальных данных. Роль численных экспериментов.

**2. Применение вычислительной техники для моделирования физических процессов.** Математическое моделирование как приближение к действительности. Виды задач, возникающих при моделировании физических процессов. Модели, приводящие к алгебраическим уравнениям. Модели, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям, и методы их численного решения. Модели, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных, и методы их численного решения. Стохастические модели, основные подходы к моделированию случайных процессов. Вариационные принципы, модели, приводящие к интегральным уравнениям, и методы их численного решения.

**3. Применение вычислительной техники для обработки данных.** Статистический анализ данных. Регрессионный анализ данных. Спектральный анализ данных. Задачи распознавания образов и прогнозирования.

**4. Применение вычислительной техники в системах сбора данных и управления.** Общие понятия об ЭВМ и системах сбора и обработки информации для

автоматизации эксперимента. Структура устройства согласования с объектом. Аналогово-цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Аппаратные интерфейсы ЭВМ: ISA, PCI, LPT, COM, USB.

**5. Методы оптимизации приборов и их узлов с использованием ЭВМ.** Понятие о целевой функции. Критерий оптимальности. Типы экстремумов. Виды ограничений. Классификация задач оптимизации. Постановка задачи оптимизации. Методы решения задач условной оптимизации.

#### **7.4.2.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) «Методы математической обработки экспериментальных результатов»**

##### **Основная литература**

1. ЭВМ в технике и научных исследованиях: Учебн. Пособие / В.С. Аникин, А.Е. Малютин; Рязан. гос. радиотехн. акад. Рязань, 2005. – 60 с.
2. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учебник. М.: Высш. шк., 2002. – 840 с.
3. Шуп Т.Е. Прикладные численные методы в физике и технике: пер. с англ. М.: Высш. шк., 1990. – 254 с.

##### **Дополнительная литература**

1. Гель П. Как превратить персональный компьютер в измерительный комплекс. М.: ДМК Пресс, 2001. – 134 с.
2. Смит Дж. Сопряжение компьютеров с внешними устройствами. Уроки реализации: Пер. с англ. – М.: Мир, 2000. – 226 с.
3. Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и программное обеспечение: Пер. с англ. М.: Мир, 1998. – 575 с.
4. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешности результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. – 248 с.

#### **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

1. Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://минобрнауки.рф>
2. Официальный сайт Всероссийской аттестационной комиссии Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://vak.ed.gov.ru>
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс]. – URL: <http://fgosvo.ru>

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам:

- Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
- Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ**

На экзамене оцениваются:

- 1) понимание и степень усвоения теории;
- 2) методическая подготовка;
- 3) знание фактического материала;
- 4) знакомство с основной и дополнительно литературой, а также с современными публикациями по данному курсу;
- 5) логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.

Подготовка к экзамену не должна ограничиваться беглым чтением лекционных записей, даже, если они выполнены подробно и аккуратно. Механического заучивания также следует избегать, поскольку его нельзя назвать учением уже потому, что оно создает внутреннее сопротивление какому бы то ни было запоминанию и, конечно уменьшает память. Более надежный и целесообразный путь – это тщательная систематизация материала при вдумчивом повторении, запоминании формулировок, установлении внутрипредметных связей, увязке различных тем и разделов, закреплении путем решения задач.

Подготовку к экзаменам следует начинать с общего планирования своей деятельности, с определения объема материала, подлежащего проработке. Необходимо внимательно сверить свои конспекты с программой, чтобы убедиться, все ли разделы отражены в лекциях. Отсутствующие темы законспектировать по учебнику. Более подробное планирование на ближайшие дни будет первым этапом подготовки к очередному экзамену. Второй этап предусматривает системное изучение материала по данному предмету с обязательной записью всех выкладок, выводов, формул. На третьем этапе - этапе закрепления – полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, 700102019)
2. Kaspersky Endpoint Security
3. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

При проведении государственного экзамена по направлению подготовки кадров высшей квалификации – 03.06.01 «Физика и астрономия»; используется материально-техническая база радиотехнического университета:

- 1) аудитория для проведения консультаций и экзамена;
- 2) компьютерный класс для проведения самостоятельной работы, оснащенный индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.