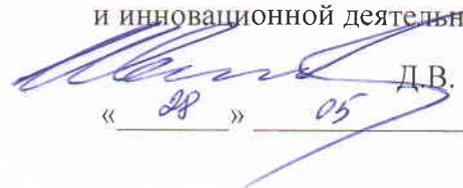


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
и инновационной деятельности


Д.В. Иванов
« 28 » 05 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.В.5. Радиофизика

**основной профессиональной образовательной программы высшего образования
по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Направление подготовки	<u>03.06.01 Физика и астрономия</u>
Квалификация выпускника	<u>Исследователь. Преподаватель-исследователь</u>
Направленность образовательной программы (отрасль науки)	<u>Радиофизика (физико-математические науки, технические науки)</u>
Выпускающая кафедра	<u>Кафедра высшей математики, Кафедра радиотехники и связи</u>
Курс <u>4</u>	
Семестр <u>7</u>	

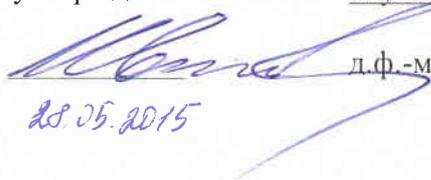
Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	<u>216/6</u>	часов/зачетных единиц
Лекции	<u>4</u>	часов
Практические занятия	<u>10</u>	часов
Всего аудиторных занятий	<u>14</u>	часов
Самостоятельная (внеаудиторная) работа обучающихся (без учета экз.)	<u>166</u>	часов
Экзамен (кандидатский экзамен) (1 з. ед. - 36 часов)	<u>7</u>	семестр
Зачет	<u> </u>	семестр
Зачет (зачет с оценкой)	<u> </u>	семестр

Йошкар-Ола
2015

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **03.06.01** Физика и астрономия, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 867; паспорта специальностей научных работников 01.04.03 «Радиофизика»; программой-минимум кандидатского экзамена по специальностям научных работников 01.04.03 «Радиофизика»; учебного плана подготовки обучающихся в ПГТУ по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по указанной образовательной программе.

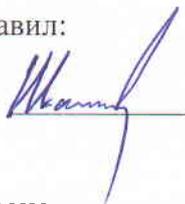
Рабочая программа утверждена научно-техническим советом университета,

Председатель НТС  д.ф.-м.н., доц. Д.В. Иванов

протокол № 4 от 28.05.2015

Рабочую программу составил:

Зав. кафедрой ВМ



д.ф.-м.н., проф. В.А. Иванов

Рабочая программа одобрена

на заседании кафедры ВМ

«20» 05 2015 г.

протокол № 4

Зав. кафедрой ВМ



д.ф.-м.н., проф. В.А. Иванов

Рабочая программа согласована с сектором подготовки научных кадров УНИД

начальник сектора подготовки научных кадров УНИД



к.э.н. Ю.А. Филенко

Эксперт(ы):



Назеев А.А., д.ф.-м.н., проф., зав. ЦРиТ КИИТУ-КАИ

(Ф.И.О., должность)

(Ф.И.О., должность)

Раздел 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины Б.1.В.5. «*Радиофизика*» является достижение планируемых результатов обучения - знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения ОП.

Дисциплина направлена на формирование у аспирантов современного представления об основных понятиях и закономерностях распространения в ионосфере радиосигналов и методах зондирования ионосферы.

Задачей дисциплины является изучение классических и современных методов зондирования ионосферной плазмы.

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

Цели и задачи дисциплины направлены на формирование следующих компетенций и достижение следующих результатов освоения образовательной программы:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы
Универсальные компетенции	
УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	ЗНАТЬ: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях УМЕТЬ: - анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов - при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений ВЛАДЕТЬ: - навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях - навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-3 готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	ЗНАТЬ: - особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах УМЕТЬ: - следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач - осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом ВЛАДЕТЬ: - навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах - технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке - технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных

	и научно-образовательных задач - различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач
УК-5 способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	ЗНАТЬ: - содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда УМЕТЬ: - формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей - осуществлять личностный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом ВЛАДЕТЬ: - приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач - способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	ЗНАТЬ: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности УМЕТЬ: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования ВЛАДЕТЬ: - навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований - навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов - навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности
Профессиональные компетенции	
ПК-1 способность использовать в своей научно-исследовательской и педагогической деятельности знание современных проблем, новейших достижений, современных методологических принципов и методических приемов исследования в области радиофизики	ЗНАТЬ: - современные методологические принципы и методические приемы исследования и преподавания в области радиофизики - современное состояние науки в фундаментальных и прикладных областях радиофизики УМЕТЬ: - использовать фундаментальные и прикладные знания из области радиофизики в своей научно-исследовательской и педагогической деятельности - анализировать и выявлять различия в методологических принципах и методических приемах исследования и преподавания в области радиофизики ВЛАДЕТЬ: - навыками применения современных методических приемов исследования и преподавания в области радиофизики - навыками выявления научно-технические проблемы в области радиофизики
ПК-2 способность устанавливать закономерности генерации, передачи, приема, регистрации и анализа колебаний и волн различной физической природы и разных частотных диапазонов, а также применять их в фундаментальных и	ЗНАТЬ: - математический аппарат теории колебаний и распространения волн различной физической природы - законы процессов излучения, распространения, дифракции, рассеяния волн в естественных и искусственных средах - методы анализа и статистической обработки сигналов в условиях

<p>прикладных исследованиях</p>	<p>помех</p> <p>УМЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать радиофизические закономерности излучения, распространения, колебаний и волн в различных средах, в том числе в неоднородных и нестационарных - создавать прикладные программы статистического моделирования электродинамических систем и устройств формирования и передачи радиосигналов; - использовать фундаментальные знания, а также инновационные методы и технологии в области радиофизики для решения новых научных задач <p>ВЛАДЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами анализа флуктуаций, шумов, случайных процессов и полей в сосредоточенных и распределенных системах - методами определения помехоустойчивости алгоритмов передачи данных с использованием аналоговых и цифровых форм - навыками поиска и выбора методов исследования, обеспечивающих решение новых научных задач в области радиофизики
<p>ПК-3 Способность представлять и внедрять полученные результаты научных исследований в области радиофизики</p>	<p>ЗНАТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные способы использования информационно-коммуникационных технологий для представления полученных результатов научных исследований в области радиофизики - нормативные документы, необходимые для представления полученных результатов научных исследований в области радиофизики <p>УМЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - представлять полученные результаты научных исследований в виде отчетов и научных публикаций в рецензируемых российских и международных изданиях на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав - использовать современные информационно-коммуникационные технологии при подготовке к представлению полученных результатов научных исследований в области радиофизики - представлять результаты своих научных исследований в виде рекомендаций с использованием предметной терминологии - представлять результаты своего научного исследования в виде автореферата и диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата наук <p>ВЛАДЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками участия в научных дискуссиях - методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области радиофизики - навыками практической реализации, апробации и внедрения результатов исследования в области радиофизики
<p>ПК-4 Способность организовать работу исследовательского коллектива в области радиофизики</p>	<p>ЗНАТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций <p>УМЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива - осуществлять подбор обучающихся в бакалавриате, специалитете и магистратуре для выполнения НИР и квалификационных работ <p>ВЛАДЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива - навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «*Радиофизика*» относится к вариативной части образовательной программы (циклу Б.1.В.5) и является дисциплиной научной специальности для направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия с направленностью «Радиофизика». Дисциплина изучается на 4 курсе и необходима для формирования знаний и компетенций при завершении работы над кандидатской диссертацией. Основное содержание дисциплины включено в программу кандидатского экзамена по указанной специальности.

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин (практик):

УК-1: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.Б.2. История и философия науки, Б.1.В.2. Методика выполнения диссертационного исследования; Б.1.В.3. Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы; Б.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; дисциплина по выбору Б.1.В.ДВ.1. Математическое моделирование / Методы статистической обработки данных/ Информационные технологии в науке и образовании; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность

УК-3: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.Б.1. Иностранный язык, Б.1.В.3. Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы; Б.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; дисциплина по выбору Б.1.В.ДВ.1. Математическое моделирование / Методы статистической обработки данных/ Информационные технологии в науке и образовании; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность

УК-5: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.Б.1. Иностранный язык, Б.1.Б.2. История и философия науки, Б.1.В.1. Педагогика и психология высшей школы; Б.1.В.2. Методика выполнения диссертационного исследования; Б.1.В.3. Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы; Б.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; дисциплина по выбору Б.1.В.ДВ.1. Математическое моделирование / Методы статистической обработки данных/ Информационные технологии в науке и образовании; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность

ОПК-1: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.Б.2. История и философия науки, Б.1.В.2. Методика выполнения диссертационного исследования; Б.1.В.3. Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы; Б.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; дисциплина по выбору Б.1.В.ДВ.1. Математическое моделирование / Методы статистической обработки данных/ Информационные технологии в науке и образовании; Б.2.1. Педагогическая практика; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность

ПК-1: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.В.1. Педагогика и психология высшей школы; Б.1.В.2. Методика выполнения диссертационного исследования; Б.1.В.3. Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы; Б.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; дисциплина по выбору Б.1.В.ДВ.1. Математическое моделирование / Методы статистической обработки данных/ Информационные технологии в науке и образовании; Б.2.1. Педагогическая практика; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность

ПК-2: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.В.2. Методика выполнения диссертационного исследования; Б.1.В.3. Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы; Б.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; дисциплина по выбору Б.1.В.ДВ.1. Математическое моделирование / Методы статистической обработки данных/ Информационные технологии в науке и образовании; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность

ПК-3: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.В.2. Методика выполнения диссертационного исследования; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность;

ПК-4: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.В.2. Методика выполнения диссертационного исследования; Б.2.1. Педагогическая практика; Б.3.1. Научно-

исследовательская деятельность

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах (практиках):

УК-1: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность; Б.3.2. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

УК-3: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность

УК-5: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность; Б.3.2. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

ОПК-1: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность; Б.3.2. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

ПК-1: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.2.2. Научно-исследовательская практика; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность; Б.3.2. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

ПК-2: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.2.2. Научно-исследовательская практика; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность; Б.3.2. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

ПК-3: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.2.2. Научно-исследовательская практика; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность; Б.3.2. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

ПК-4: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.2.2. Научно-исследовательская практика; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность

Необходимыми условиями для освоения раздела являются:

Знание: основных законов распространения радиоволн различных диапазонов и границы применимости; физических моделей, используемых для описания характера распространения радиоволн в различных условиях; современные направления развития фундаментальных и прикладных наук в области физики и радиофизики.

Умение: применять теоретические знания, методы теоретического и экспериментального исследования для анализа условий распространения радиоволн различных диапазонов.

Владение: математическим аппаратом для решения задач об излучении и распространении радиоволн; навыками определения направления своих диссертационных исследований в отношении паспорта специальности 01.04.03.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: математический аппарат теории радиозондирования ионосферы; законы распространения сложных радиосигналов в ионосферной плазме;

Уметь: самостоятельно решать типовые задачи определения основных параметров среды, распространения и оптимального приема зондирующих радиосигналов;

Владеть: приемами и навыками построения математических моделей распространения радиосигналов в средах с частотной дисперсией.

Перечисленные знания, умения и навыки направлены на формирование компетенций и достижение результатов освоения образовательной программы, указанные в разделе 1.2.

Раздел 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

(матрица распределения компетенций по разделам и темам дисциплины)

№	Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции								Общее количество компетенций
			УК-1	УК-3	УК-5	ОПК-1	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	
1	Ионосферные радиоканалы. Методы зондирования ионосферы	76	+	+	+	+	+	+	+	+	8
2	Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия среды распространения	104	+	+	+	+	+	+	+	+	8
	Итого	180									

Раздел 4. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций в процессе обучения преподавателем создаются образовательные ситуации, в которых обучающиеся решают аналитические и практические задачи в индивидуальной и групповой форме работы, то есть реализуется методологическая технология проектного обучения.

Основными стратегическими образовательными технологиями являются лекционные, практические занятия и самообучение, проводимые в следующих формах: лекции классические, лекции визуализации, практикум классический, самообучение.

При организации указанных форм учебных занятий применяются информационные технологии в виде представления презентаций с применением ноутбука и проектора, иллюстративные материалы – презентации (слайды), фотографии, плакаты, подготовленные в ходе научно-исследовательской работы. В распоряжении на кафедре имеется доступ в интернет и стандартное программное обеспечение, установленное информационным центром ПГТУ.

Раздел 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Аннотации содержания дисциплины

Аннотация дисциплины Б.1.В.5. «Радиофизика»

Дисциплина Б.1.В.5. «Радиофизика» изучается обучающимися по образовательной программе по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» (направленность «Радиофизика»).

Дисциплина изучается на 4 курсе и необходима для формирования знаний и компетенций при завершении работы над кандидатской диссертацией. Основное содержание дисциплины включено в программу кандидатского экзамена по указанной специальности. Дисциплина изучается в 7 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 216/6 часов/з.ед. Самостоятельная работа заключается в изучении лекционного и дополнительного материала, подготовке к текущему контролю, подготовку к экзамену.

В ходе изучения дисциплины осуществляется текущий контроль в форме опроса на лекционных и практических занятиях, а также промежуточный контроль в форме

кандидатского экзамена.

Целью изучения дисциплины является формирование следующих компетенций:

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

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

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

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

ПК-1 способность использовать в своей научно-исследовательской и педагогической деятельности знание современных проблем, новейших достижений, современных методологических принципов и методических приемов исследования в области радиопроизводства

ПК-2 способность устанавливать закономерности генерации, передачи, приема, регистрации и анализа колебаний и волн различной физической природы и разных частотных диапазонов, а также применять их в фундаментальных и прикладных исследованиях

ПК-3 способность представлять и внедрять полученные результаты научных исследований в области радиопроизводства

ПК-4 способность организовать работу исследовательского коллектива в области радиопроизводства

В ходе изучения дисциплины последовательно рассматриваются разделы:

1. Ионосферные радиоканалы. Методы зондирования ионосферы.
2. Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия среды распространения

Основными стратегическими образовательными технологиями являются лекционные, практические занятия и самообучение, проводимые в следующих формах: лекции классические, лекции визуализации, практикум классический, самообучение.

В рамках указанных технологий применяются тактические образовательные технологии: лекция-визуализация, информационные технологии, самообучение.

5.2. Учебно-тематический план изучения дисциплины

№	Наименование разделов дисциплины, тем	Виды учебной работы и их трудоемкость (кол-во часов)*					Формы контроля
		лекции	практ. занятия	лабор. занятия	СР	Всего	
1	Ионосферные радиоканалы. Методы зондирования ионосферы	2	4		70	76	опрос, КЭ
2	Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия среды распространения	2	6		96	104	опрос, КЭ
Итого		4	10	-	166	180	

5.3. План лекционных занятий

№.№ п/п	Наименование раздела/темы дисциплины	Темы и краткое содержание лекций	Кол. час.
1.	Ионосферные радиоканалы. Методы зондирования ионосферы	История и современное состояние радиопроизводственных исследований ионосферы и каналов СВ связи. Радиопроизводственные характеристики ионосфера, как СВ радиоканала. Радиоканалы с замираниями и их модели. Зондирование ионосферы вертикальное,	2

		наклонное и транссионосферное. Панорамные и каналные ЛЧМ и ФКМ ионозонды, в том числе, созданные с применением SDR технологии	
2.	Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия среды распространения	Распространение в ионосфере радиоволн КВ и УКВ диапазонов. Частотная дисперсия среды. Примеры диспергирующих сред. Виды дисперсии: межмодовая; материальная дисперсия 1-го, 2-го и 3-го порядка. Дисперсионные характеристики КВ радиоканалов. Дисперсионные искажения в ионосфере широкополосных сигналов. Компенсация частотной дисперсии и компенсаторы.	2
		Всего	4

5.4. План практических занятий

№№ п/п	Наименование раздела/темы дисциплины	Темы и краткое содержание занятия	Кол. час.
1.	Ионосферные радиоканалы. Методы зондирования ионосферы	История и современное состояние радиофизических исследований ионосферы и каналов КВ связи. Радиофизические характеристики ионосферы, как КВ радиоканала. Радиоканалы с замираниями и их модели.	2
		Зондирование ионосферы вертикальное, наклонное и транссионосферное. Панорамные и каналные ЛЧМ и ФКМ ионозонды, в том числе, созданные с применением SDR технологии	2
2.	Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия среды распространения	Распространение в ионосфере радиоволн КВ и УКВ диапазонов. Частотная дисперсия среды. Примеры диспергирующих сред.	2
		Виды дисперсии: межмодовая; материальная дисперсия 1-го, 2-го и 3-го порядка. Дисперсионные характеристики КВ радиоканалов.	2
		Дисперсионные искажения в ионосфере широкополосных сигналов. Компенсация частотной дисперсии и компенсаторы.	2
		Всего	10

5.5. Самостоятельная работа обучающихся

№	Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы (СР)	Количество часов	Виды и формы контроля
1	Ионосферные радиоканалы. Методы зондирования ионосферы	1	Проработка материала и подготовка к опросу: История и современное состояние радиофизических исследований ионосферы и каналов КВ связи. Радиофизические характеристики ионосферы, как КВ радиоканала. Радиоканалы с замираниями и их модели.	10	опрос, КЭ
		2	Проработка материала и подготовка к опросу: Зондирование ионосферы вертикальное, наклонное и транссионосферное. Панорамные и каналные ЛЧМ и ФКМ ионозонды, в том числе, созданные с применением SDR технологии	20	опрос, КЭ

		3	Проработка материала и подготовка к опросу: Геометрическое и дифракционное приближения при анализе распространения радиоволн. Влияние неровностей земной поверхности. Земные и тропосферные радиоволны. Рассеяние и поглощение радиоволн в тропосфере. Эффект "замирания". Тропосферный волновод. Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия и поглощение радиоволн в ионосферной плазме. Ионосферная рефракция. Ход лучей в подводном звуковом канале и тропосферном радиоволноводе.	10	опрос, КЭ
		4	Повторение программы дисциплины «Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы»	30	опрос, КЭ
2	Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия среды распространения	5	Проработка материала и подготовка к опросу: Распространение сигнала в диспергирующей среде. Простейшие физические модели диспергирующих сред. Волновой пакет в первом и втором приближении теории дисперсии. Фазовая и групповая скорости. Параболическое уравнение для огибающей. Расплывание и компрессия импульсов. Поле в средах с временной. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига и принцип причинности.	10	опрос, КЭ
		6	Проработка материала и подготовка к опросу: Приближение геометрической оптики. Уравнения эйконала. Дифференциальное уравнение луча. Лучи и поле волны в слоисто-неоднородных средах.	16	опрос, КЭ
		7	Проработка материала и подготовка к опросу: Распространение в ионосфере радиоволн КВ и УКВ диапазонов. Частотная дисперсия среды. Примеры диспергирующих сред.	20	опрос, КЭ
		8	Проработка материала и подготовка к опросу: Виды дисперсии: межмодовая; материальная дисперсия 1-го, 2-го и 3-го порядка. Дисперсионные характеристики КВ радиоканалов.	10	опрос, КЭ
		9	Проработка материала и подготовка к опросу: Дисперсионные искажения в ионосфере широкополосных сигналов. Компенсация частотной дисперсии и компенсаторы.	10	опрос, КЭ
		10	Повторение программы дисциплины «Современные методы и подходы статистической радиофизики»	30	опрос, КЭ
		Всего:		166	

Раздел 6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «*Радиофизика*» обучающимися направлений подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (направленность «Радиофизика») в 7 семестре контроль предполагает текущую аттестацию и контроль сформированности компетенций.

Текущая оценка работы обучающихся в семестре включает следующие виды:

- 1) опрос на лекциях и практических занятиях;

Промежуточная аттестация сформированности компетенций – в 7 семестре экзамен в форме кандидатского экзамена по научной специальности 01.04.03 Радиофизика по окончании изучения дисциплины «Радиофизика».

Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену, Программа кандидатского экзамена, методические рекомендации по составлению дополнительной программы кандидатского экзамена, а также структура экзаменационного билета и критерии оценки приведены в Приложениях 1, 2, 3.

Раздел 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная и дополнительная литература

№ п/п	Автор	Наименование	Год издания	Количество экземпляров, имеющихся в библиотеке, или ссылка на ЭБС
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА				
1	Семенов А.И	Распространение радиоволн по естественным трассам / А. И. Семенов. - М.: САЙНС-ПРЕСС, 2005. - 79 с.	2005	20
2	Баскаков С.И.	Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : [учеб. для студентов вузов по специальности "Радиотехника"] / С. И. Баскаков. - 5-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2005. - 462 с.	2005	27
3	Гоноровский И С.	Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для студ. радиотехн. спец. вузов / Гоноровский И. С. - 2-е изд., перераб. - Москва : Сов. радио, 1971. - 671 с.	1971	38
4	Левин Б.Р.	Теоретические основы статистической радиотехники / Б. Р. Левин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1989. - 653 с.	1989	14
5	Лебедько, Е.Г.	Лебедько, Е.Г. Теоретические основы передачи информации [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1543 . — Загл. с экрана.	2011	https://e.lanbook.com/book/1543?category_pk=43739#book_name
6	Д.Ю. Муромцев [и др.]	Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/50680 . — Загл. с экрана.	2014	https://e.lanbook.com/book/50680?category_pk=43737#book_name
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА				
1	Петров Б. М.	Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : [учеб. по направлению "Радиотехника" и специальностям "Радиофизика и электроника", "Бытовая радиоэлектрон. аппаратура"] / Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. - М. : Горячая линия - Телеком, 2007. - 558 с. : ил. -	2007	100

		(Учебник для высших учебных заведений).		
2	Ерохин Г.А. и др.	Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн [Текст] : [учеб. для студентов вузов по специальности 2011 "Радиосвязь, радиовещание, телевидение"] / Г. А. Ерохин, О. В. Чернышев, Н. Д. Козырев, В. Г. Кочержевский ; под ред. Г. А. Ерохина. - 2-е изд. - М. : Горячая линия - Телеком, 2004. - 491 с.	2004	24
3	Быстров Р.П.	Миллиметровая радиолокация с фрактальной обработкой [Текст] / Р. П. Быстров, А. А. Потапов, А. В. Соколов ; под ред. Р. П. Быстрова, А. В. Соколова. - М. : Радиотехника, 2005. - 367 с.	2005	5
4	Савельев, И.В.	Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Савельев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 500 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/98246 . — Загл. с экрана.	2018	https://e.lanbook.com/book/98246?category_pk=919#book_name

7.2. Учебно-методические разработки

№№ п/п	Автор	Наименование	Год издания	Количество экземпляров, имеющихся в библиотеке, или ссылка на ЭБС
1	Иванов В.А.	Радиомониторинг нижней ионосферы Земли [Текст] : монография / В. А. Иванов. - Йошкар-Ола : МарГТУ, 2010. - 183 с.	2010	1
2	Иванов В.А. и др.	Синтез, анализ и прогнозирование характеристик ионосферных линий декаметровой радиосвязи: монография / В.А. Иванов, Н.В. Рябова, Д.В. Иванов [и др.]; под общ. ред. проф. В.А. Иванова. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. – 180 с.	2011	1
3	Иванов В.А., Катков Е.В.	Многочастотное наклонное зондирование ионосферы для загоризонтного позиционирования: монография / В.А. Иванов, Е.В. Катков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – 218 с.	2009	1
4	Иванов Д.В.	Методы и математические модели исследования распространения в ионосфере сложных декаметровых сигналов и коррекции их дисперсионных искажений : монография / Д.В. Иванов. - Йошкар-Ола : МарГТУ, 2006. - 268 с.	2006	1

5	Иванов В.А. и др.	Дисперсионные искажения системных характеристик широкополосных ионосферных радиоканалов [Текст] : монография / [В. А. Иванов и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2015. - 159 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 139-148 (122 назв.). - 500 экз	2015	1
---	-------------------	---	------	---

7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

№№ п/п	Библиографическое описание	Ссылка на информационный ресурс
1.	Образовательный портал (Электронное обучение)	http://moodle.volgatech.net/
2.	Электронно-библиотечная система ПГТУ	http://www.volgatech.net/electronic-library-system-of-volgatech/
3.	Известия высших учебных заведений. Радиофизика: ежемес. науч.-техн. журн.	http://radiofisisika.nnov.ru/
4.	Издательство «Наука»	www.naukaran.ru
5.	Международная академическая издательская компания «Наука/Интерпериодика»	www.maik.ru
6.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН)	www.viniti.ru
7.	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/
8.	Международная реферативная база данных Scopus	https://www.scopus.com
9.	Электронно-библиотечная система Издательство «Лань»	http://e.lanbook.com/

Раздел 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

8.1. Информационные технологии

№№ п/п	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	<ul style="list-style-type: none"> — Microsoft Access (Подтверждение лицензии: Лицензия №700524030); — Microsoft Office Standard (Подтверждение лицензии: Лицензия №66059532 OPEN 96044930ZZE1711); — Microsoft Project Professional (Подтверждение лицензии: Лицензия №700524030); — Microsoft Visio Professional (Подтверждение лицензии: Лицензия №700524030); — Microsoft Visual Studio Enterprise (Подтверждение лицензии: Лицензия №700524030); — Microsoft Windows Enterprise (Подтверждение лицензии: Лицензия №700524030); — Агент Dr.Web (Подтверждение лицензии: Лицензия №LBW-BC-12M-1600-B1); — Комплект ГАРАНТ-Мастер (Подтверждение лицензии: Лицензия №12-40272-000898); — Комплект ПО для решения основных пользовательских задач (Подтверждение лицензии: Свободно распространяемое ПО); — Справочная правовая система "Консультант Плюс" (Подтверждение лицензии: Договор № РДД_8001_п, № РДД_8002_п); — LABVIEW FULL DEV SYSTEM 10 USER TEACHING LICENSE, WIN 2000/XP (Лицензия №M64X13721)

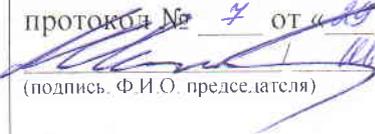
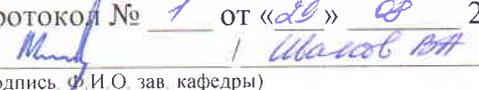
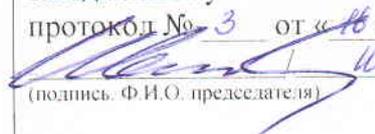
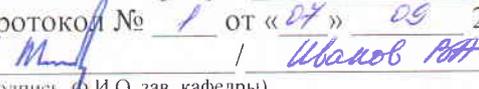
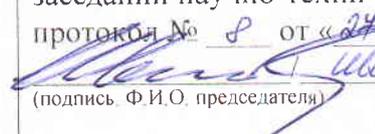
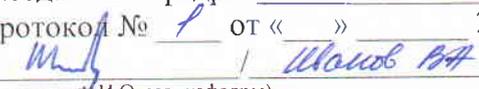
8.2. Материально-техническая база

№№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования
1.	<p>Научно-исследовательская лаборатория математического моделирования, проблем физики ионосферы и распространения радиоволн, Корпус: I, Номер: 423</p> <ul style="list-style-type: none"> — Автоматизированная система радиотехнических средств коротковолн.диапазона ВИРД.469376.010;

- Анализатор антенный AA-330M;— Антенна 1.9-30 МГц с согл устройст;
- Антенный анализатор Rig Expert AA-600;— Блок питания GSV- 3000;
- Блок питания 13.8В;
- Блок питания Diamond GSS-3000 13.8 В, 30А;
- Внешний накопитель 2Toshiba USB 3.0 2 Tb, 2 шт.;
- Внешний накопитель 3 NITRO Plus SR64 GWHOTGAZ;
- Внешний накопитель флешка USB TRANSCEND Jetflash 780 64 Gb, 2 шт.;
- Генератор WWW2572A;
- Доска магнитная Флип-чарт 92x70см;
- Инвертер автомобильный BDPС750, 2 шт.;
- Карта памяти Micro Secure Digital 64 Gb;
- Кварцевый генератор "Астра" 10 МГц;
- Комплекс лабораторного оборудования "Программируемая платформа для ВЧ-приложений" для работы в диапазоне частот 0-30МГц;
- Комплект мебели для учебного процесса на 17 посадочных мест;
- Комплект спутникового приема;
- Комплект спутниковой привязки к пространству и времени;
- Кондиционер KERNTATSU KRSGC 26HFANI (R410A);
- Кондиционер LG M20L2H;
- Лабораторный комплект по цифровой обработке сигналов, 2 шт.;
- Метеостанция Oregon-Scientific WMR200;
- Модем;
- Монитор 19" Samsung 940N (KSB) TFT Silver. Round Simple;
- Монитор 19"Samsung 943N(KSB) TFT;
- Монитор LCD Samsung 19" SM 940 N;
- Монитор TFT 17" SUMSUNG 710N SKS;
- МФУ 1 Лазерный Canon i-Sensys MF226, 2 шт.;
- МФУ i-SENSYS MF4018 Canon;
- Ноутбук Aquarius Cmp NB205 /PM2000/512/V64/H80 5400/DVD;
- Ноутбук Aquarius Cmp NB 205 (PM 1700/512/V64/H80/DVD&CDRW/15";
- Ноутбук Dell Latitude E6320 Intel Core i5 2520M-2,50Ghz 13.0" WHGA HD LED с антибликовым покрытием;
- Ноутбук Samsung NC110P 10.1";
- Ноутбук Samsung NP -RF 511-S02RU 15,6";
- Ноутбук Sony VAIO VGN;
- Ноутбук Sony VPC-EC1S1R/BJ 17,3";
- Ноутбук T60 Core 2DUO T5600 1Gb 80Gb DVD-RW;
- Ноутбук TOSHIBA Satellite L655-1H2-RU, 2 шт.;
- Осциллограф PC SV 1000;
- Осциллограф цифровой;
- Персональный компьютер 3 Atlant A2X4/4G(3)/512Mb/монитор Пуама 2209/3Y, 2 шт.;
- ПК Моноблок ICL RAY S 922.Мi.4 клавиат.,мышь,патч корд 3м.;
- Планшет Samsung Galaxy Tab 2 GT-P51000TSASER TitSilver 4430;
- Подвес для ТВ Sanus VMSA S;
- Приемник IC-R75;
- Приёмо-передающая платформа для проектирования СВЧ, 2 шт.;
- Приемо-передающая программно-конфигурируемая радиоплатформа G31;
- Принтер лазерный HP LI 6L RUS;
- Проектор мультимедийный Hitachi CP-RX79;
- Сетевое хранилище Sunology DS214, 2 шт.;
- Сист. блок Pen D 945 3.4 DDR 2 1024*2/FDD 3.5/250 Gb/DVD-RW/кл+мышь+коврик;
- Систем.блок Core 2Duo E6320/2Гб/320Гб/512Мб клав.мышь;
- Система сбора данных;
- Система сбора и анализа данных и управления, 2 шт.;
- Системный блок Pentium-4 512DDR/120Gb/128Mb+DVD с клавиат. мышью. колонками;
- Сканер ScanExpress/Magic A3 Color;
- Спутниковый навигатор GPS;
- Стандарт частоты GPS-12 RG в комплекте с антенной ACM-03 и кабелем;
- Станция - KB IC -78;
- Стол VT3 для проектора;
- Телевизор Philips 52 PFL 5605H/12;
- Трансивер базовый KB ICOM IC-78#01;
- Универсальная приёмо-передающая платформа для проектирования СВЧ-систем комплек z17;
- Универсальная приёмо-передающая программно-определяемая платформа;
- Усилитель 5084F;
- Устройство частотно временной синхронизации по сигналам СНС ГЛОНАС и GPS NAVSTAR

	<p>СН-3833;</p> <ul style="list-style-type: none"> — Флэш-накопитель Strontium Nitro 64 Gb; — Широкополосная рамочная приёмная антенна; — Экран на штативе 180x180 см.;
2.	<p>Зал для самостоятельной работы обучающихся, Корпус: I, Номер: 241</p> <ul style="list-style-type: none"> — Комплект мебели для учебного процесса; — Компьютер RAMEC GALE Custom i3-3200/4ГБ/ монитор LCD 21.5", клавиат.,мышь, 4 шт.; — Монитор 19" ViewSonic TFT 19" VA916, 3 шт.; — Монитор 19" Samsung 940N (LKSB) TFT, 2 шт.; — ПК H404,2 420W/Intel Core i3 540/клав.,мышь,монит. V173DObmd, 3 шт.; — Принтер HP LJ 1015; — Принтер HP LaserJet Pro P1102 RU; — Систем.блок P-Athlon64 X2 6000/1024*2Мб/320 Gb/клавиатура+мышь+коврик; — Сканер Metrologic MS9520; — Сканер штрих - кода HoneyWell MS 9540 Voyager USB, 3 шт.; — Сканер штрих - кодов Metrologic MS 9540 Vovager USB;

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

<p>Программа переутверждена на заседании научно-технического совета протокол № <u>7</u> от «<u>28</u>» <u>09</u> 20<u>16</u> г.  (подпись, Ф.И.О. председателя)</p>	<p>Программа переутверждена на заседании кафедры <u>ВИАИ, МАИИ</u>, протокол № <u>1</u> от «<u>28</u>» <u>09</u> 20<u>16</u> г.  (подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)</p> <p>Программа переутверждена на заседании кафедры _____ протокол № _____ от « _____ » _____ 20__ г. _____ / _____ / (подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)</p> <p>Программа переутверждена на заседании кафедры _____ протокол № _____ от « _____ » _____ 20__ г. _____ / _____ / (подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)</p>
<p>Программа переутверждена на заседании научно-технического совета протокол № <u>3</u> от «<u>16</u>» <u>11</u> 20<u>14</u> г.  (подпись, Ф.И.О. председателя)</p>	<p>Программа переутверждена на заседании кафедры <u>ВИАИ, МАИИ</u>, протокол № <u>1</u> от «<u>07</u>» <u>09</u> 20<u>14</u> г.  (подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)</p> <p>Программа переутверждена на заседании кафедры _____ протокол № _____ от « _____ » _____ 20__ г. _____ / _____ / (подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)</p> <p>Программа переутверждена на заседании кафедры _____ протокол № _____ от « _____ » _____ 20__ г. _____ / _____ / (подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)</p>
<p>Программа переутверждена на заседании научно-технического совета протокол № <u>8</u> от «<u>27</u>» <u>09</u> 20<u>18</u> г.  (подпись, Ф.И.О. председателя)</p>	<p>Программа переутверждена на заседании кафедры <u>ВМ</u>, протокол № <u>1</u> от « _____ » _____ 20<u>18</u> г.  (подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)</p> <p>Программа переутверждена на заседании кафедры _____ протокол № _____ от « _____ » _____ 20__ г. _____ / _____ / (подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)</p> <p>Программа переутверждена на заседании кафедры _____ протокол № _____ от « _____ » _____ 20__ г. _____ / _____ / (подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)</p>

Оценочные средства по дисциплине и методические рекомендации

Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену в части дополнительной программы кандидатского экзамена

Часть 1. Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы

1. Волновое уравнение и плоские волны в однородной среде.
2. Сферические волны в однородной среде.
3. Особенности поляризации радиоволн.
4. Интегральные уравнения, метод Кирхгофа и зоны Френеля.
5. Лучевое приближение и метод геометрической оптики.
6. Групповая скорость и волновой пакет в среде с дисперсией.
7. Лемма Лоренца и теорема взаимности.
8. Коэффициент преломления и рефракция радиоволн.
9. Запаздывание радиоволн в атмосфере и ионосфере.
10. Влияние атмосферы и ионосферы на частоту радиоволн.
11. Принципы мониторинга ионосферы с помощью сигналов космических аппаратов.
12. Радиозатменный метод исследований атмосферы.
13. Статистические характеристики неоднородностей коэффициента преломления.
14. Флуктуации фазы.
15. Корреляционные функции флуктуаций радиоволн.
16. Флуктуации амплитуды, фазы и частоты.
17. Распространение метровых и дециметровых радиоволн при высокоподнятых антеннах.
18. Распространение коротких и средних радиоволн при расположении антенн у границы раздела сред.
19. Теория дифракции радиоволн на поверхности Земли.
20. Дальнее тропосферное распространение радиоволн.
21. Дальнее ионосферное распространение метровых радиоволн.
22. Характеристики ионосферной плазмы.
23. Общие закономерности распространения радиоволн в плазме.
24. Закономерности ионосферного распространения коротких радиоволн.
25. Методы мониторинга ионосферы.
26. Особенности распространения средних радиоволн.
27. Нелинейные эффекты при распространении средних волн в ионосфере.
28. Длинные радиоволны в волноводе «поверхность-ионосфера».
29. Поглощение волн в однородных средах.
30. Распространение радиоволн в воде.
31. Распространение волн в грунтах.
32. Распространение радиоволн в лесу.
33. Поглощение миллиметровых волн в атмосфере.
34. Отражение радиоволн от сферической поверхности.
35. Рассеяние радиоволн неровной поверхностью.
36. Закономерности рассеяния радиоволн и методы исследований поверхностей

Часть 2. Современные методы и подходы статистической радиофизики

1. Понятие случайного процесса.
2. Функция и плотность распределения.
3. Средние значения и моменты случайных величин.
4. Корреляционная функция.

5. Стационарные случайные процессы.
6. Характеристическая функция.
7. Разложение характеристической функции.
8. Спектральная плотность.
9. Теорема Винера – Хинчина.
10. Белый шум.
11. Эргодическое свойство случайных процессов.
12. Дисперсия временного среднего.
13. Выбор времени усреднения.
14. Нормальные процессы.
15. Марковские случайные процессы.
16. Дробовой шум.
17. Тепловой шум.
18. Шумы приемных антенн.
19. Фликер-шум.
20. Основные соотношения из теории цепей.
21. Линейная фильтрация.
22. Интегральные характеристики линейного фильтра.
23. Преобразование белого шума линейным фильтром.
24. Нормализация случайного процесса.
25. Корреляция шумов на выходе линейных систем.
26. Вероятностная сходимость случайной функции.
27. Условие непрерывности случайных процессов.
28. Условия дифференцируемости случайных процессов.
29. Научные основы и принципы активной и пассивной дистанционной диагностики окружающей среды, основанных на современных методах решения обратных задач.
30. Современные системы дистанционного мониторинга геосферы, гидросферы, ионосферы, магнитосферы и атмосферы.
31. Радиоастрономические методы исследования ближнего и дальнего космического пространства.
32. Узкополосные случайные процессы
33. Функция корреляции узкополосного случайного процесса.
34. Аналитический сигнал.
35. Корреляционная функция сопряженного процесса.
36. Взаимная корреляция сопряженных процессов.
37. Корреляционные свойства квадратурных составляющих.
38. Распределение огибающей и фазы нормального узкополосного шума.
39. Распределение огибающей смеси сигнала и узкополосного нормального шума.
40. Распределение фазы смеси сигнала с шумом.
41. Теорема Котельникова.
42. Прием сигналов в условиях шумов
43. Оптимальный фильтр.
44. Согласованный фильтр.
45. Корреляционный прием.
46. Отношение правдоподобия и обнаружение сигнала.
47. Критерии обнаружения.
48. Критерии максимального правдоподобия и идеального наблюдателя.
49. Критерий Неймана – Пирсона.
50. Теоретические и технические основы современных методов и систем связи, навигационных, активных и пассивных локационных систем, основанные на использовании излучения и приема волновых полей различной физической природы и освоении новых частотных диапазонов.
51. Количественное определение информации.
52. Средняя собственная и взаимная информация.
53. Свойства средней собственной и взаимной информации.

54. Пропускная способность канала.
55. Теорема Шеннона о помехоустойчивом кодировании.

Часть 3. Радиофизические методы исследования ионосферы и ионосферного распространения радиоволн

1. История и современное состояние радиофизических исследований ионосферы и каналов КВ связи.
2. Радиофизические характеристики ионосферы, как КВ радиоканала.
3. Радиоканалы с замираниями и их модели.
4. Зондирование ионосферы вертикальное, наклонное и трансionoсферное.
5. Панорамные и каналные ЛЧМ и ФКМ ионозонды, в том числе, созданные с применением SDR технологии.
6. Распространение в ионосфере радиоволн КВ и УКВ диапазонов.
7. Частотная дисперсия среды. Примеры диспергирующих сред.
8. Виды дисперсии: межмодовая; материальная дисперсия 1-го, 2-го и 3-го порядка.
9. Дисперсионные характеристики КВ радиоканалов.
10. Дисперсионные искажения в ионосфере широкополосных сигналов.
11. Компенсация частотной дисперсии и компенсаторы.

Критерии оценки знаний при приёме экзамена по дисциплине научной специальности

При оценке знаний по дисциплине научной специальности и уровне компетенций рекомендуется придерживаться следующих **критериев**:

1. Всестороннее, глубокое и прочное знание программного материала по дисциплине соответствующей научной специальности. Понимание содержания основной проблематики научной специальности в соответствии с ее паспортом.
2. Знание и свободное владение классической и современной монографической (в том числе и зарубежной) литературой по научной специальности.
3. Способность составлять логически обоснованный план ответов на экзаменационные вопросы.
4. Уверенное владение понятийным аппаратом соответствующей научной дисциплины.
5. Умение анализировать различные доктринальные и теоретические позиции по концептуальным проблемам специальности.
6. Способность обосновывать свои суждения в спорных научных проблемах, корректное ведение полемики.
7. Умение связывать теоретические знания с практическим опытом.
8. Убедительное изложение структуры, теоретических и практических вопросов теме кандидатской диссертации.
9. Аргументированное обоснование причин выбора темы диссертации, ее научной новизны, целей и задач, предполагаемых теоретических выводов и практических результатов.

Ответ аспиранта на экзамене по дисциплине научной специальности может быть оценен на оценку:

— **«отлично»**, если ответ экзаменуемого полностью соответствует указанным выше критериям, а именно: свободно владеет теоретическим материалом; представил логичную структуру ответа; владеет понятийным аппаратом; приводит аргументированные и структурированные выводы; демонстрирует отличное владение профессиональными умениями и навыками в рамках диссертационного исследования.

— **«хорошо»**, если экзаменуемый достаточно твердо усвоил теоретический материал, может применять его на практике самостоятельно; правильно, но недостаточно полно отвечает на экзаменационные вопросы; затрудняется при ответе на дополнительные вопросы члена экзаменационной комиссии; демонстрирует хороший уровень владения

профессиональными умениями и навыками в рамках диссертационного исследования.

— **«удовлетворительно»**, если экзаменуемый усвоил только основные разделы теоретического материала, не владеет в должной мере знаниями общетеоретического и специального характера, не может ответить на дополнительные вопросы члена экзаменационной комиссии, неполно раскрывает суть диссертационного исследования;

— **«неудовлетворительно»**, если экзаменуемый не может ответить ни на один дополнительный вопрос члена экзаменационной комиссии, ответа на основные вопросы экзаменационного билета вызывают у экзаменуемого затруднения, при ответе экзаменуемый допустил грубые фактические ошибки.

Структура экзаменационного билета по дисциплине научной специальности

Экзаменационный билет по дисциплине научной специальности Б.1.В.5. «Радиофизика» состоит из трех вопросов. Первые два вопроса соответствуют типовой программе-минимум по научной специальности 01.04.03 Радиофизика и затрагивают основные теоретические положения радиофизики и теорию распространения радиоволн в ионосфере. Третий вопрос экзаменационного билета соответствует дополнительной программе кандидатского экзамена. Дополнительная программа связана с диссертационным исследованием, выполняемым аспирантом.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Поволжский государственный технологический университет
Кафедра _____

Дисциплина Б.1.В.5. «_____»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____

- 1 Вопрос.....
- 2 Вопрос.....
- 3 Вопрос.....

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

« _____ » _____ 20__ г.

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО ДИСЦИПЛИНЕ НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Программа составлена на основании паспорта научной специальности 01.04.03 Радиофизика, в соответствии с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 01.04.03 Радиофизика по физико-математическим и техническим наукам, утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ от 08.10.2007г. № 274; Положением о сдаче кандидатских экзаменов лицами, обучающимися по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре или прикрепленными в качестве экстернов, ФГБОУ ВПО «ПГТУ»; учебным планом подготовки аспирантов в ФГБОУ ВПО «ПГТУ» по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия с направленностью «Радиофизика».

Подготовка к кандидатскому экзамену по специальности осуществляется в ходе изучения дисциплин учебного плана подготовки аспирантов по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия с направленностью «Радиофизика»: Б.1.В.3 «Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы», Б.1.В.4 «Современные методы и подходы статистической радиофизики», Б.1.В.5 «Радиофизика».

Процедура проведения кандидатского экзамена регламентируется Положением о сдаче кандидатских экзаменов лицами, обучающимися по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре или прикрепленными в качестве экстернов, ФГБОУ ВПО «ПГТУ».

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Теория колебаний

1. Линейные колебательные системы с одной степенью свободы. Силовое и параметрическое воздействие на линейные и слабо нелинейные колебательные системы.

2. Автоколебательная система с одной степенью свободы. Энергетические соотношения в автоколебательных системах. Методы расчета автоколебательных систем.

3. Воздействие гармонического сигнала на автоколебательные системы. Синхронизация. Явления затягивания и гашения колебаний. Применение затягивания для стабилизации частоты.

4. Аналитические и качественные методы теории нелинейных колебаний. Анализ возможных движений и бифуркаций в фазовом пространстве: метод малого параметра, метод Ват-дер-Поля, метод Крылова-Боголюбова. Укороченные уравнения. Усреднение в системах, содержащих быстрые и медленные движения.

5. Колебательные системы с двумя и многими степенями свободы. Нормальные колебания. Вынужденные колебания.

6. Автоколебательные системы с двумя и более степенями свободы. Взаимная синхронизация колебаний двух генераторов.

7. Параметрическое усиление и параметрическая генерация. Параметрические усилители и генераторы. Деление частоты.

8. Устойчивость стационарных режимов автономных и неавтономных колебательных систем. Временные и спектральные методы оценки устойчивости.

9. Собственные и вынужденные колебания линейных распределенных систем. Собственные функции системы (моды). Разложение вынужденных колебаний по системе собственных функций.

10. Распределенные автоколебательные системы. Лазер как пример такой системы. Условия самовозбуждения. Одномодовый и многомодовый режимы генерации.

11. Хаотические колебания в динамических системах. Понятие о хаотическом

(странном) аттракторе. Возможные пути потери устойчивости регулярных колебаний и перехода к хаосу.

2. Теория волн

1. Плоские однородные и неоднородные волны. Плоские акустические волны в вязкой теплопроводящей среде, упругие продольные и поперечные волны в твердом теле, электромагнитные волны в среде с проводимостью. Поток энергии. Поляризация.

2. Распространение сигнала в диспергирующей среде. Простейшие физические модели диспергирующих сред. Волновой пакет в первом и втором приближении теории дисперсии. Фазовая и групповая скорости. Параболическое уравнение для огибающей. Расплывание и компрессия импульсов. Поле в средах с временной. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига и принцип причинности.

3. Свойства электромагнитных волн в анизотропных средах. Оптические кристаллы, уравнение Френеля, обыкновенная и необыкновенная волны. Магнитоактивные среды. Тензор диэлектрической проницаемости плазмы в магнитном поле; нормальные волны, их поляризация.

4. Волны в периодических структурах. Механические цепочки, акустические и оптические фононы. Полосы пропускания и непрозрачности. Электрические цепочки, сплошная среда со слабыми периодическими неоднородностями. Связанные волны.

5. Приближение геометрической оптики. Уравнения эйконала. Дифференциальное уравнение луча. Лучи и поле волны в слоисто-неоднородных средах.

6. Электромагнитные волны в металлических волноводах. Диэлектрические волноводы, световоды. Линзовые линии и открытые резонаторы. Гауссовские пучки.

7. Метод Кирхгофа в теории дифракции. Функции Грина. Условия излучения. Дифракция в зоне Френеля и Фраунгофера. Характеристики поля в фокусе линзы.

8. Волны в нелинейных средах без дисперсии. Образование разрывов. Ударные волны. Уравнение Бюргерса для диссипативной среды и свойства его решений. Генерация гармоник исходного монохроматического сигнала, эффекты нелинейного поглощения, насыщения и детектирования.

9. Уравнение Кортевега-де Вриза и синус-Гордона. Стационарные волны. Понятие о солитонах. Взаимодействия плоских волн в диспергирующих средах. Генерация второй гармоники. Параметрическое усиление и генерация.

10. Самовоздействие волновых пучков. Самофокусировка света. Приближения нелинейной квазиоптики и нелинейной геометрической оптики. Обращение волнового фронта. Интенсивные акустические пучки; параметрические излучатели звука.

3. Статистическая радиофизика

1. Случайные величины и процессы, способы их описания. Стационарный случайный процесс. Статистическое усреднение и усреднение во времени. Эргодичность. Измерение вероятностей и средних значений.

2. Корреляционные и спектральные характеристики стационарных случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Белый шум и другие примеры спектров и корреляционных функций.

3. Модели случайных процессов: гауссовский процесс, узкополосный стационарный шум, импульсные случайные процессы, дробовой шум.

4. Отклик линейной системы на шумовые воздействия; функция Грина, интеграл Дюамеля. Действие шума на колебательный контур, фильтрация шума. Нелинейные преобразования (умножения частоты и амплитудное детектирование узкополосного шума).

5. Марковские и диффузионные процессы. Уравнение Фоккера-Планка.

6. Броуновское движение. Флуктуационно-диссипационная теорема. Тепловой шум; классический и квантовый варианты формулы Найквиста. Тепловое излучение абсолютно черного тела.

7. Случайные поля. Пространственная и временная когерентность. Дифракция

случайных волн. Теорема Ван Циттерта-Цернике. Дифракция регулярной волны на случайном фазовом экране. Тепловое электромагнитное поле. Теорема взаимности.

8. Рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Борновское приближение, метод плавных возмущений. Рассеяние волн на шероховатой поверхности. Понятие об обратной задаче рассеяния.

9. Взаимодействие случайных волн. Генерация второй оптической гармоники, самофокусировка и самомодуляция частично когерентных волн. Преобразование спектров шумовых волн в нелинейных средах без дисперсии.

4. Принципы усиления, генерации и управления сигналами

1. Принцип работы, устройство и параметры лазеров (примеры: гелий-неоновый лазер, лазер на рубине, полупроводниковый лазер).

2. Оптические резонаторы. Резонатор Фабри-Перо, конфокальный и концентрический резонаторы. Неустойчивый резонатор. Продольные и поперечные типы колебаний. Спектр частот и расходимость излучения. Добротность.

3. Режимы работы лазеров: непрерывный режим генерации, режим модуляции добротности резонатора, режим синхронизации мод. Сверхкороткие импульсы. Шумы лазеров, формула Таунса и предельная стабильность частоты. Оптические компрессоры и получение фемтосекундных импульсов.

4. Молекулярный генератор. Квантовые стандарты частоты (времени).

5. Волноводы, длинные линии и резонаторы. Критическая частота и критическая длина волновода. TE -, TN - и TEM -волны. Диэлектрические волноводы. Периодические структуры и замедляющие системы. Волновое сопротивление.

6. Усилители СВЧ-диапазона (резонаторный, бегущей волны). Полоса пропускания усилителя бегущей волны.

7. Генерация волн в СВЧ диапазоне. Принцип работы и устройство лампы бегущей и обратной волны, магнетрона и клистрона. Отрицательное дифференциальное сопротивление и генераторы СВЧ на полевых транзисторах, туннельных диодах, диодах Ганна и лавиннопролетных диодах. Эффект Джозефсона.

8. Взаимодействие волн пространственного заряда с акустическим полем, акустоэлектрический эффект. Принципы работы акустоэлектронных устройств (усилители ультразвука, линии задержки, фильтры, конвольверы, запоминающие устройства).

9. Взаимодействия света со звуком. Дифракция Брэгга и Рамана-Ната. Принципы работы устройств акустооптики (модуляторы и дефлекторы света, преобразователи свет-сигнал, акустооптические фильтры), анализаторы спектра и корреляторы.

10. Линейный электрооптический и магнитооптический эффекты и их применение для управления светом.

5. Антенны и распространение радиоволн

1. Вибратор Герца. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. Коэффициент усиления и коэффициент рассеяния антенны. Антенны для ДВ, СВ и СВЧ диапазонов. Параболическая антенна. Фазированные антенные решетки. Эффективная площадь и шумовая температура приемной антенны.

2. Геометрическое и дифракционное приближения при анализе распространения радиоволн. Влияние неровностей земной поверхности. Земные и тропосферные радиоволны. Рассеяние и поглощение радиоволн в тропосфере. Эффект "замирания". Тропосферный волновод. Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия и поглощение радиоволн в ионосферной плазме. Ионосферная рефракция. Ход лучей в подводном звуковом канале и тропосферном радиоволноводе.

6. Выделение сигналов на фоне помех

1. Задачи оптимального приема сигнала. Апостериорная плотность вероятности.

Функция правдоподобия. Статистическая проверка гипотез. Критерии Байеса, Неймана-Пирсона и Вальда проверки гипотез.

2. Априорные сведения о сигнале и шуме. Наблюдение и сообщение. Задачи интерполяции, фильтрации и экстраполяции.

3. Линейная фильтрация Колмогорова-Винера на основе минимизации дисперсии ошибки. Принцип ортогональности ошибки и наблюдения. Реализуемые линейные фильтры и уравнение Винера-Хопфа. Выделение сигнала из шума. Согласованный фильтр.

4. Линейный фильтр Калмана-Бьюси. Стохастические уравнения для модели сообщения и шума. Дифференциальные уравнения фильтра. Уравнение для апостериорной информации в форме уравнения Риккати. Сравнение фильтрации методом Колмогорова-Винера и Калмана-Бьюси.

5. Основные задачи нелинейной фильтрации и синтеза систем.

ВОПРОСЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

1. Линейные колебательные системы с одной степенью свободы. Силовое и параметрическое воздействие на линейные и слабо нелинейные колебательные системы. Методы расчета автоколебательных систем.
2. Воздействие гармонического сигнала на автоколебательные системы. Синхронизация. Явления затягивания и гашения колебаний. Применение затягивания для стабилизации частоты.
3. Аналитические и качественные методы теории нелинейных колебаний. Анализ возможных движений и бифуркаций в фазовом пространстве: метод малого параметра, метод Ват-дер-Поля, метод Крылова-Боголюбова.
4. Колебательные системы с двумя и многими степенями свободы. Нормальные колебания. Вынужденные колебания. Автоколебательные системы с двумя и более степенями свободы. Взаимная синхронизация колебаний двух генераторов.
5. Параметрическое усиление и параметрическая генерация. Параметрические усилители и генераторы. Деление частоты.
6. Собственные и вынужденные колебания линейных распределенных систем. Собственные функции системы (моды). Разложение вынужденных колебаний по системе собственных функций.
7. Распределенные автоколебательные системы. Лазер. Условия самовозбуждения. Одномодовый и многомодовый режимы генерации.
8. Хаотические колебания в динамических системах. Понятие о хаотическом (странном) аттракторе. Возможные пути потери устойчивости регулярных колебаний и перехода к хаосу.
9. Плоские однородные и неоднородные волны. Плоские акустические волны в вязкой теплопроводящей среде, упругие продольные и поперечные волны в твердом теле, электромагнитные волны в среде с проводимостью. Поток энергии. Поляризация.
10. Распространение сигнала в диспергирующей среде. Простейшие физические модели диспергирующих сред. Волновой пакет в первом и втором приближении теории дисперсии. Фазовая и групповая скорости. Параболическое уравнение для огибающей. Расплывание и компрессия импульсов. Поле в средах с временной. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига и принцип причинности.
11. Свойства электромагнитных волн в анизотропных средах. Оптические кристаллы, уравнение Френеля, обыкновенная и необыкновенная волны. Магнитоактивные среды. Тензор диэлектрической проницаемости плазмы в магнитном поле; нормальные волны, их поляризация.
12. Волны в периодических структурах. Механические цепочки, акустические и оптические фононы. Полосы пропускания и непрозрачности. Электрические цепочки, сплошная среда со слабыми периодическими неоднородностями. Связанные волны.
13. Приближение геометрической оптики. Уравнения эйконала. Дифференциальное уравнение луча. Лучи и поле волны в слоисто-неоднородных средах.

14. Электромагнитные волны в металлических волноводах. Диэлектрические волноводы, световоды. Линзовые линии и открытые резонаторы. Гауссовские пучки.
15. Метод Кирхгофа в теории дифракции. Функции Грина. Условия излучения. Дифракция в зоне Френеля и Фраунгофера. Характеристики поля в фокусе линзы.
16. Волны в нелинейных средах без дисперсии. Образование разрывов. Ударные волны. Уравнение Бюргера для диссипативной среды и свойства его решений. Генерация гармоник исходного монохроматического сигнала, эффекты нелинейного поглощения, насыщения и детектирования.
17. Уравнение Кортевега-де Вриза и синус-Гордона. Стационарные волны. Понятие о солитонах. Взаимодействия плоских волн в диспергирующих средах. Генерация второй гармоники. Параметрическое усиление и генерация.
18. Самовоздействие волновых пучков. Самофокусировка света. Приближения нелинейной квазиоптики и нелинейной геометрической оптики. Обращение волнового фронта. Интенсивные акустические пучки; параметрические излучатели звука.
19. Случайные величины и процессы, способы их описания. Стационарный случайный процесс. Статистическое усреднение и усреднение во времени. Э르고дность. Измерение вероятностей и средних значений.
20. Корреляционные и спектральные характеристики стационарных случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Белый шум и другие примеры спектров и корреляционных функций.
21. Модели случайных процессов: гауссовский процесс, узкополосный стационарный шум, импульсные случайные процессы, дробовой шум.
22. Отклик линейной системы на шумовые воздействия; функция Грина, интеграл Дюамеля. Действие шума на колебательный контур, фильтрация шума. Нелинейные преобразования (умножения частоты и амплитудное детектирование узкополосного шума).
23. Марковские и диффузионные процессы. Уравнение Фоккера-Планка.
24. Броуновское движение. Флуктуационно-диссипационная теорема. Тепловой шум; классический и квантовый варианты формулы Найквиста. Тепловое излучение абсолютно черного тела.
25. Случайные поля. Пространственная и временная когерентность. Дифракция случайных волн. Теорема Ван Циттерга-Цернике. Дифракция регулярной волны на случайном фазовом экране. Тепловое электромагнитное поле. Теорема взаимности.
26. Рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Борновское приближение, метод плавных возмущений. Рассеяние волн на шероховатой поверхности. Понятие об обратной задаче рассеяния.
27. Взаимодействие случайных волн. Генерация второй оптической гармоники, самофокусировка и самомодуляция частично когерентных волн. Преобразование спектров шумовых волн в нелинейных средах без дисперсии.
28. Принцип работы, устройство и параметры лазеров (примеры: гелий-неоновый лазер, лазер на рубине, полупроводниковый лазер).
29. Оптические резонаторы. Резонатор Фабри-Перо, конфокальный и концентрический резонаторы. Неустойчивый резонатор. Продольные и поперечные типы колебаний. Спектр частот и расходимость излучения. Добротность.
30. Режимы работы лазеров: непрерывный режим генерации, режим модуляции добротности резонатора, режим синхронизации мод. Сверхкороткие импульсы. Шумы лазеров, формула Таунса и предельная стабильность частоты. Оптические компрессоры и получение фемтосекундных импульсов.
31. Молекулярный генератор. Квантовые стандарты частоты (времени).
32. Волноводы, длинные линии и резонаторы. Критическая частота и критическая длина волновода. ТЕ-, ТН,- и ТЕМ-волны. Диэлектрические волноводы. Периодические структуры и замедляющие системы. Волновое сопротивление.
33. Усилители СВЧ-диапазона (резонаторный, бегущей волны). Полоса пропускания усилителя бегущей волны.

34. Генерация волн в СВЧ диапазоне. Принцип работы и устройство лампы бегущей и обратной волны, магнетрона и клистрона. Отрицательное дифференциальное сопротивление и генераторы СВЧ на полевых транзисторах, туннельных диодах, диодах Ганна и лавиннопролетных диодах. Эффект Джозефсона.
35. Взаимодействие волн пространственного заряда с акустическим полем, акустоэлектрический эффект. Принципы работы акустоэлектронных устройств (усилители ультразвука, линии задержки, фильтры, конвольверы, запоминающие устройства).
36. Взаимодействия света со звуком. Дифракция Брэгга и Рамана-Ната. Принципы работы устройств акустооптики (модуляторы и дефлекторы света, преобразователи свет-сигнал, акустооптические фильтры), анализаторы спектра и корреляторы.
37. Линейный электрооптический и магнитооптический эффекты и их применение для управления светом.
38. Вибратор Герца. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. Коэффициент усиления и коэффициент рассеяния антенны. Антенны для ДВ, СВ и СВЧ диапазонов. Параболическая антенна. Фазированные антенные решетки. Эффективная площадь и шумовая температура приемной антенны.
39. Геометрическое и дифракционное приближения при анализе распространения радиоволн. Влияние неровностей земной поверхности. Земные и тропосферные радиоволны. Рассеяние и поглощение радиоволн в тропосфере. Эффект "замирания". Тропосферный волновод. Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия и поглощение радиоволн в ионосферной плазме. Ионосферная рефракция. Ход лучей в подводном звуковом канале и тропосферном радиоволноводе.
40. Задачи оптимального приема сигнала. Апостериорная плотность вероятности. Функция правдоподобия. Статистическая проверка гипотез. Критерии Байеса, Неймана-Пирсона и Вальда проверки гипотез.
41. Априорные сведения о сигнале и шуме. Наблюдение и сообщение. Задачи интерполяции, фильтрации и экстраполяции.
42. Линейная фильтрация Колмогорова-Винера на основе минимизации дисперсии ошибки. Принцип ортогональности ошибки и наблюдения. Реализуемые линейные фильтры и уравнение Винера-Хопфа. Выделение сигнала из шума. Согласованный фильтр.
43. Линейный фильтр Калмана-Бьюси. Стохастические уравнения для модели сообщения и шума. Дифференциальные уравнения фильтра. Уравнение для апостериорной информации в форме уравнения Риккати. Сравнение фильтрации методом Колмогорова-Винера и Калмана-Бьюси.
44. Основные задачи нелинейной фильтрации и синтеза систем.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Введение в физику колебательных и волновых процессов: учеб. пособие / Е. Ф. Козяев, Д. Р. Бакиева. - Йошкар-Ола : МарГТУ, 2009. - 107 с. : ил. -
2. Физика : учеб. пособие / А. Д. Ивлиев. - Изд. 2-е, испр. - СПб. [и др.] : Лань, 2009. - 671 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). -
3. Курс общей физики : учеб. пособие / М. Г. Валишев, А. А. Повзнер. - Изд. 2-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2010. - 573 с. : ил. -
4. Колебания и волны в природе и технике. Компьютеризированный курс : учеб. пособие / В. И. Каганов. - М. : Горячая линия - Телеком, 2008. - 335 с. : ил. - (Учебное пособие).
5. Электродинамика и распространение радиоволн : учебник / В. А. Неганов [и др.]; под ред. В. А. Неганова, С. Б. Раевского. - Изд. 4-е, стер. - М. : Радиотехника, 2009. - 743 с. : ил.
6. Догадин, Николай Борисович. Основы радиотехники : учеб. пособие / Н. Б. Догадин. - СПб. [и др.] : Лань, 2007. - 270 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). -
7. Антенны и функциональные узлы СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Методы расчета и технология изготовления : [науч. изд.] / [С. А. Бабунько и др.] ; под ред. А. Ю. Седакова ; НИИИС. - М. : Радиотехника, 2011. - 111 с. : ил. -

8. Радиоприемные устройства: учеб. пособие / А. Г. Онищук, И. И. Забеньков, А. М. Амелин. - Минск : Новое знание, 2006. - 240 с. : ил. -
9. Н. В. Карлов, Н.А. Кириченко. Колебания, волны, структуры. – М.: Физматлит, 2001.

Дополнительная литература

10. Антенно-фидерные устройства : учеб. пособие / А. М. Сомов, В. В. Старостин, Р. В. Кабетов ; под ред. А. М. Сомова. - М. : Горячая линия - Телеком, 2011. - 404 с. : ил. - (Учебное пособие . –
11. Переходные процессы в колебательных системах и цепях : [науч. изд.] / И. Д. Золотарев, Я. Э. Миллер. - М. : Радиотехника, 2010. - 301 с. : ил. –
12. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники : учеб. пособие . - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010 - . Ч. 1 / А. А. Раскин, В. К. Прокофьева. - 2010. - 163, [1] с. : ил. –
13. Основы надежности электронных средств : учеб. пособие / Н. П. Ямпурин, А. В. Баранова; под ред. Н. П. Ямпурина. - М. : Academia, 2010. - 237, [1] с. : ил., табл. -
14. Методы фильтрации многомерных случайных полей / К.К. Васильев, В.Р. Крашенинников. - Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1990. - 124 с. : ил. -
15. Б. Р. Левин. Теоретические основы статистической радиотехники. – М.: Радио и связь, 1989.
16. Л. В. Ландау, Е. М. Лифшиц. Статистическая физика. – М.: Наука. 1999, том V, часть 1.
17. Е. Л. Фейнберг. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности. – М.: Наука. 1999.

Методические рекомендации по подготовке и сдаче кандидатского экзамена по дисциплине научной специальности

Порядок подготовки и проведения кандидатского экзамена по дисциплине научной специальности

1. Кандидатские экзамены являются формой промежуточной аттестации по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, а также составной частью аттестации научных и научно-педагогических кадров. Цель экзамена — установить глубину профессиональных знаний аспиранта, уровень его подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

2. Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук и проводится до представления диссертационной работы в совет по защите диссертаций.

3. Кандидатский экзамен по дисциплине научной специальности (далее – кандидатский экзамен по специальной дисциплине) сдается по программе, состоящей из двух частей:

- типовой программы-минимум по научной специальности, разработанной ведущими в соответствующей отрасли высшими учебными заведениями и научными учреждениями;
- дополнительной программы, разрабатываемой научным руководителем аспиранта и соответствующей кафедрой (центром, факультетом, институтом) ПГТУ.

4. В дополнительной программе должны быть отражены последние научные достижения в области науки, в рамках которой проведено диссертационное исследование, использована новейшая научная отечественная и зарубежная литература, интернет-издания, а также справочно-информационные издания соответствующей тематики. Дополнительная программа должна соответствовать паспорту специальностей и требованиям, предъявляемым к дополнительным программам в ПГТУ.

5. Дополнительная программа обсуждается на заседании кафедры (центра, факультета, института) ПГТУ, на которой разработана программа и выносится для утверждения на заседание Совета факультета (центра, института).

6. Для лиц, зачисленных в аспирантуру в качестве экстернов для прохождения промежуточной аттестации без освоения образовательной программы аспирантуры (далее – экстерны), дополнительная программа обсуждается на заседании кафедры (центра, факультета, центра) ПГТУ, на которой ведется подготовка аспирантов по соответствующей образовательной программе, и выносится для утверждения на заседание Совета факультета (центра, института).

7. Дополнительная программа утверждается Советом факультета (центра, института) и проректором по научной работе и инновационной деятельности не позднее, чем за 1 месяц до даты проведения кандидатского экзамена.

8. Экзамен проводится в период сессии по сдаче кандидатских экзаменов, согласно учебному плану и календарному учебному графику подготовки аспиранта. Дата проведения экзамена доводится до аспиранта (экстерна) не менее чем за 2 недели до экзамена. В случае представления диссертационной работы в диссертационный совет, по ходатайству научного руководителя аспиранта (или председателя диссертационного совета ПГТУ – для экстерна) экзамен может быть проведен вне сессии.

9. Для приема кандидатского экзамена создается комиссия по приему кандидатского экзамена (далее – экзаменационная комиссия), состав которой утверждается приказом ректора. Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических

работников (в том числе работающих по совместительству) в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук.

10. Во время проведения экзамена аспиранту (экстерну) задаются вопросы по основной и дополнительной программам. Экзамен проводится в устной форме.

11. Экзаменационная комиссия оценивает каждый вопрос и выставляет итоговую оценку, что отражается в протоколе. Протокол передается в сектор ПНК УНИД в течение 1 недели после приема экзамена.

12. Сданные по специальности экзамены действительны только в том случае, если специальность не изменила свое название и шифр согласно номенклатуре специальностей научных работников. Ранее сданные экзамены по научной специальности, название и шифр которой изменились, не засчитываются.

Требования к содержанию дополнительной программы для сдачи кандидатского экзамена по специальности

Дополнительная программа разрабатывается научным руководителем аспиранта и кафедрой (центром, факультетом, институтом) на основании диссертационного исследования аспиранта и должна быть представлена в сектор ПНК УНИД не позднее, чем за 2 недели до даты сдачи кандидатского экзамена.

Программа должна содержать:

– Титульный лист с указанием авторов программы, номера и даты протокола утверждения дополнительной программы на Совете факультета (центра, института). Образец титульного листа приведен в приложении.

– Перечень вопросов, раскрывающих содержание диссертации, используемые методы научного исследования и последние достижения в научной отрасли, в рамках которой проведено диссертационное исследование. В программе рекомендуется выделить 2-3 раздела, в каждом из которых по 10-20 вопросов по научной специальности.

– Список используемой литературы (рекомендуется 15-20 наименований за последние 5 лет, в том числе на иностранном языке), который включает в себя: журналы, рекомендованные ВАК; научные и учебные издания, рекомендованные кафедрой (центром, институтом, факультетом); перечень электронных ресурсов. Оформляется в соответствии с действующими требованиями и правилами составления библиографических записей, описаний электронных ресурсов.

Вопросы в дополнительной программе не должны дублировать типовую программу-минимум.

Дополнительная программа печатается в 2-х экз.:

1-й экз. – в сектор ПНК УНИД;

2-й экз. – аспиранту (соискателю)

**Образец титульного листа индивидуальной дополнительной программы
для сдачи кандидатского экзамена по специальности**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВПО «ПГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НРИИД

_____ Д.В. Иванов

«__» _____ 20__ г.

Дополнительная программа

для сдачи кандидатского экзамена

по специальности _____
шифр

наименование специальности

аспиранта/экстерна кафедры _____
наименование

Ф.И.О. в родительном падеже

Тема диссертации: _____

Научный руководитель:

Ф.И.О

Составитель программы:

ученая степень, ученое звание,

Зав. кафедрой:

Ф.И.О

Согласовано:

ученая степень, ученое звание,

Дополнительная программа утверждена на заседании Ученого совета факультета
(центра, института) _____

Протокол № _____ от _____

Председатель Ученого совета
факультета (центра, института)

Ф.И.О

ученая степень, ученое звание,

Йошкар-Ола–20__

Образец второго листа дополнительной программы для сдачи кандидатского экзамена по специальности

ВОПРОСЫ

1. Название первого раздела.
 - 1.1. Вопросы
 - 1.2.
 - 1.3.
 - 1.4.
 - 1.5.
 - 1.6.
 - 1.7.
 - 1.8.
 - 1.9.
 - 1.10.
2. Название второго раздела
 - 2.1. Вопросы
 -
 - 2.10.
3. Название третьего раздела
 - 3.1. Вопросы
 -
 - 3.10.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ...
2. ...
- ...

