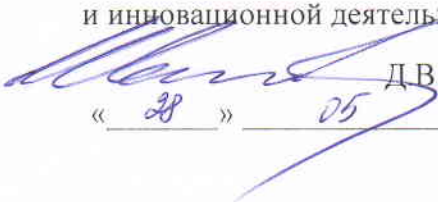


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
и инновационной деятельности


« 28 » 05 Д.В. Иванов 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.В.3. Физические основы генерации, излучения и распространения волн
различной природы

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

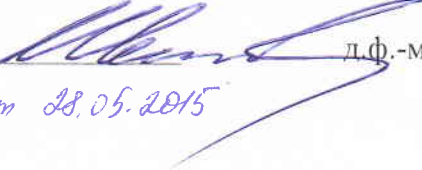
Направление подготовки	<u>03.06.01 Физика и астрономия</u>
Квалификация выпускника	<u>Исследователь. Преподаватель-исследователь</u>
Направленность образовательной программы (отрасль науки)	<u>Радиофизика (физико-математические науки, технические науки)</u>
Выпускающая кафедра	<u>Кафедра высшей математики, Кафедра радиотехники и связи</u>
Курс <u>3</u>	
Семестр <u>5</u>	

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	<u>108/3</u>	часов/зачетных единиц
Лекции	<u>4</u>	часов
Практические занятия	<u>12</u>	часов
Всего аудиторных занятий	<u>16</u>	часов
Самостоятельная (внеаудиторная) работа обучающихся (без учета экз.)	<u>92</u>	часов
Экзамен (1 з. ед. - 36 часов)	<u> </u>	семестр
Зачет	<u>5</u>	семестр
Зачет (зачет с оценкой)	<u> </u>	семестр

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»; 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 20 15 г.

протокол № 4

Зав. кафедрой ВМ



д.ф.-м.н., проф. В.А. Иванов

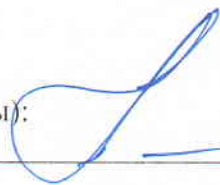
Рабочая программа согласована с сектором подготовки научных кадров УНИД

начальник сектора подготовки
научных кадров УНИД



к.э.н. Ю.А. Филенко

Эксперт(ы):



Назарев А.Р., д.ф.-м.н., проф., доц. ИРиТ КРСУ-КНИ

(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.3. «Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы» 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 электромагнитных полей, а также способах их излучения и распространения в природных средах.

Задачей дисциплины является изучение классических и современных методов расчета электромагнитных полей.

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-технических проблем 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	ЗНАТЬ: - математический аппарат теории колебаний и распространения волн различной физической природы - законы процессов излучения, распространения, дифракции, рассеяния волн в естественных и искусственных средах

применять их в фундаментальных и прикладных исследованиях	- методы анализа и статистической обработки сигналов в условиях помех УМЕТЬ: - 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 ВЛАДЕТЬ: - 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 выборов методов исследования, обеспечивающих решение новых научных задач в области радиофизики
--	--

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина *«Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы»* относится к вариативной части образовательной программы (циклу Б.1.В.3) и является обязательной дисциплиной для направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия с направленностью «Радиофизика».

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; 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, 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; 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; 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; 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; 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

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

УК-1: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; Б.1.В.5. Радиофизика; 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.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; Б.1.В.5. Радиофизика; Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность

УК-5: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; Б.1.В.5. Радиофизика; 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.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; Б.1.В.5. Радиофизика; 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.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; Б.1.В.5. Радиофизика; 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.1.В.4. Современные методы и подходы статистической радиофизики; Б.1.В.5. Радиофизика; 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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: математический аппарат теории волновых процессов; законов распространения электромагнитных волн в различных средах;

Уметь: самостоятельно решать типовые задачи теории излучения, распространения и приема волн;

Владеть: приемами и навыками построения математических моделей волновых процессов в различных областях естествознания.

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	
1	Физические основы генерации, усиления и преобразования колебаний и волн различной природы	54	+	+	+	+	+	+	6
2	Распространение радиоволн в естественных и	54	+	+	+	+	+	+	6

	искусственных средах								
	Итого	108							

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.3. «Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы»

Дисциплина Б.1.В.3. «Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы» изучается обучающимися по образовательной программе по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» (направленность «Радиофизика»).

Дисциплина изучается в 5 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 108/3 часов/з.ед. Самостоятельная работа заключается в изучении лекционного и дополнительного материала, подготовке к текущему контролю, выполнении индивидуальных расчетно-графических работ и подготовке отчетов по ним, подготовку к зачету.

В ходе изучения дисциплины осуществляется текущий контроль в форме проведения индивидуальных расчетно-графических работ с последующей их защитой, а также промежуточный контроль в форме зачета.

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 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 прикладных исследованиях.

В ходе изучения дисциплины последовательно рассматриваются разделы:

1. Физические основы генерации, усиления и преобразования колебаний и волн различной природы.

2. Распространение радиоволн в естественных и искусственных средах

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	Физические основы генерации, усиления и преобразования колебаний и волн различной природы	2	6		46	54	опрос, защита РГР, зачет
2	Распространение радиоволн в естественных и искусственных средах	2	6		46	54	опрос, защита РГР, зачет
Итого		4	12	-	92	108	

5.3. План лекционных занятий

№№ п/п	Наименование раздела/темы дисциплины	Темы и краткое содержание лекций	Кол. час.
1.	Физические основы генерации, усиления и преобразования колебаний и волн различной природы	Введение: физические основы колебаний и волн. Радиоволны и их применение. Распространение радиоволн в природных средах. Волновое уравнение и плоские волны в однородной среде. Сферические волны в однородной среде. Особенности поляризации радиоволн. Интегральные уравнения, метод Кирхгофа и зоны Френеля. Лучевое приближение и метод геометрической оптики. Групповая скорость и волновой пакет в среде с дисперсией. Лемма Лоренца и теорема взаимности. Коэффициент преломления и рефракция радиоволн. Запоздывание радиоволн в атмосфере и ионосфере. Влияние атмосферы и ионосферы на частоту радиоволн. Принципы мониторинга ионосферы с помощью сигналов космических аппаратов. Радиозатменный метод исследований атмосферы. Статистические характеристики неоднородностей коэффициента преломления. Флуктуации фазы. Корреляционные функции флуктуаций радиоволн. Флуктуации амплитуды, фазы и частоты. Распространение метровых и дециметровых радиоволн при высокоподнятых антеннах. Распространение коротких и средних радиоволн при расположении антенн у границы раздела сред.	2
2.	Распространение радиоволн в естественных и искусственных средах	Теория дифракции радиоволн на поверхности Земли. Дальнее тропосферное распространение радиоволн. Дальнее ионосферное распространение метровых	2

		радиоволн. Характеристики ионосферной плазмы. Общие закономерности распространения радиоволн в плазме. Закономерности ионосферного распространения коротких радиоволн. Методы мониторинга ионосферы. Особенности распространения средних радиоволн. Нелинейные эффекты при распространении средних волн в ионосфере. Длинные радиоволны в волноводе «поверхность-ионосфера». Поглощение волн в однородных средах. Распространение радиоволн в воде. Распространение волн в грунтах. Распространение радиоволн в лесу. Поглощение миллиметровых волн в атмосфере. Отражение радиоволн от сферической поверхности. Рассеяние радиоволн неровной поверхностью. Закономерности рассеяния радиоволн и методы исследований поверхностей	
		Всего	4

5.4. План практических занятий

№№ п/п	Наименование раздела/темы дисциплины	Темы и краткое содержание занятия	Кол. час.
1.	Физические основы генерации, усиления и преобразования колебаний и волн различной природы	Физические основы колебаний и волн Радиоволны и их применение. Распространение радиоволн в природных средах. Волновое уравнение и плоские волны в однородной среде. Сферические волны в однородной среде. Особенности поляризации радиоволн.	2
		Интегральные уравнения, метод Кирхгофа и зоны Френеля. Лучевое приближение и метод геометрической оптики. Групповая скорость и волновой пакет в среде с дисперсией. Лемма Лоренца и теорема взаимности. Коэффициент преломления и рефракция радиоволн. Запаздывание радиоволн в атмосфере и ионосфере. Влияние атмосферы и ионосферы на частоту радиоволн.	2
		Принципы мониторинга ионосферы с помощью сигналов космических аппаратов. Радиозатменный метод исследований атмосферы. Статистические характеристики неоднородностей коэффициента преломления. Флуктуации фазы. Корреляционные функции флуктуаций радиоволн. Флуктуации амплитуды, фазы и частоты. Распространение метровых и дециметровых радиоволн при высокоподнятых антеннах. Распространение коротких и средних радиоволн при расположении антенн у границы раздела сред.	2
2.	Распространение радиоволн в естественных и искусственных средах	Теория дифракции радиоволн на поверхности Земли. Дальнее тропосферное распространение радиоволн. Дальнее ионосферное распространение метровых радиоволн. Характеристики ионосферной плазмы. Общие закономерности распространения радиоволн в плазме.	2
		Закономерности ионосферного распространения коротких радиоволн. Методы мониторинга ионосферы. Особенности распространения средних радиоволн. Нелинейные эффекты при	2

		распространении средних волн в ионосфере. Длинные радиоволны в волноводе «поверхность-ионосфера».	
		Поглощение волн в однородных средах. Распространение радиоволн в воде. Распространение волн в грунтах. Распространение радиоволн в лесу. Поглощение миллиметровых волн в атмосфере. Отражение радиоволн от сферической поверхности. Рассеяние радиоволн неровной поверхностью. Закономерности рассеяния радиоволн и методы исследований поверхностей	2
		Всего	12

5.5. Самостоятельная работа обучающихся

№	Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы (СР)	Количество часов	Виды и формы контроля
1	Физические основы генерации, усиления и преобразования колебаний и волн различной природы	1	Проработка материала и подготовка к устному опросу: Волновое уравнение и плоские волны в однородной среде. Сферические волны в однородной среде. Особенности поляризации радиоволн.	5	опрос, зачет
		2	Проработка материала и подготовка к устному опросу: Интегральные уравнения, метод Кирхгофа и зоны Френеля. Лучевое приближение и метод геометрической оптики. Групповая скорость и волновой пакет в среде с дисперсией. Лемма Лоренца и теорема взаимности.	5	опрос, зачет
		3	Проработка материала и подготовка к устному опросу: Коэффициент преломления и рефракция радиоволн. Запаздывание радиоволн в атмосфере и ионосфере. Влияние атмосферы и ионосферы на частоту радиоволн.	5	опрос, зачет
		4	Проработка материала и подготовка к устному опросу: Принципы мониторинга ионосферы с помощью сигналов космических аппаратов. Радиозатменный метод исследований атмосферы.	5	опрос, зачет
		5	Проработка материала и подготовка к устному опросу: Статистические характеристики неоднородностей коэффициента преломления. Флуктуации фазы. Корреляционные функции флуктуаций радиоволн. Флуктуации амплитуды, фазы и частоты.	5	опрос, зачет
		6	Проработка материала и подготовка к устному опросу: Распространение метровых и дециметровых радиоволн при высокоподнятых антеннах. Распространение коротких и средних радиоволн при расположении антенн у границы раздела сред.	5	опрос, зачет
		7	Выполнение РГР №1. Расчет параметров линии передачи	16	защита РГР, зачет
2	Распространение	8	Проработка материала и подготовка к	5	опрос,

радиоволн в естественных и искусственных средах		устному опросу: Теория дифракции радиоволн па поверхности Земли. Дальнее тропосферное распространение радиоволн. Дальнее ионосферное распространение метровых радиоволн.		зачет
	9	Проработка материала и подготовка к устному опросу: Характеристики ионосферной плазмы. Общие закономерности распространения радиоволн в плазме.	5	опрос, зачет
	10	Проработка материала и подготовка к устному опросу: Закономерности ионосферного распространения коротких радиоволн. Методы мониторинга ионосферы.	5	опрос, зачет
	11	Проработка материала и подготовка к устному опросу: Особенности распространения средних радиоволн. Нелинейные эффекты при распространении средних волн в ионосфере. Длинные радиоволны в волноводе «поверхность-ионосфера».	5	опрос, зачет
	12	Проработка материала и подготовка к устному опросу: Поглощение волн в однородных средах. Распространение радиоволн в воде. Распространение волн в грунтах. Распространение радиоволн в лесу.	5	опрос, зачет
	13	Проработка материала и подготовка к устному опросу: Поглощение миллиметровых волн в атмосфере. Отражение радиоволн от сферической поверхности. Рассеяние радиоволн неровной поверхностью. Закономерности рассеяния радиоволн и методы исследований поверхностей	5	опрос, зачет
	14	Выполнение РГР №2. Моделирование распространения ЛЧМ-сигнала в ионосфере	16	защита РГР, зачет
Всего:			92	

Раздел 6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы» обучающимися направлений подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (направленность «Радиофизика») в 5 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;
- 2) защита расчетно-графических работ.

Промежуточная аттестация сформированности компетенций – в 5 семестре зачёт по окончании изучения дисциплины «Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы» по результатам текущей аттестации аспиранта по этой дисциплине.

Перечень вопросов для подготовки к зачету, методические рекомендации по оформлению расчетно-графических работ и критерии зачета приведены в Приложении 1.

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	Григорьев, А.Д.	Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебник [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 704 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/118 . — Загл. с экрана.	2007	https://e.lanbook.com/book/118?category_pk=935#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. - (Учебник для высших учебных заведений).	2007	100
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	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:	2018	https://e.lanbook.com/book/98246?category_pk=919#book_name

		https://e.lanbook.com/book/98246 . — Загл. с экрана.		
--	--	---	--	--

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.volgattech.net/
2.	Электронно-библиотечная система ПГТУ	http://www.volgattech.net/electronic-library-system-of-volgattech/
3.	Известия высших учебных заведений. Радиофизика: ежемес. науч.-техн. журн.	http://radiofisika.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	https://www.scopus.com

	Scopus	
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.	— 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.	Научно-исследовательская лаборатория математического моделирования, проблем физики ионосферы и распространения радиоволн, Корпус: I, Номер: 423 — Автоматизированная система радиотехнических средств коротковолн.диапазона ВИРД.469376.010; — Анализатор антенный АА-330М; — Антенна 1.9-30 МГц с согл устройств; — Антенный анализатор Rig Expert АА-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 92х70см; — Инвертер автомобильный BDPC750, 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" SAMSUNG 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.Ми.4 клавиат.,мышь,патч корд 3м.; — Планшет Samsung Galaxy Tab 2 GT-P51000TSASER TitSilver 4430; — Подвес для TB Sanus VMSA S; — Приемник IC-R75; — Приемо-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 приемо-передающая платформа для проектирования СВЧ-систем комплек z17; — Универсальная приемо-передающая программно-определяемая платформа; — Усилитель 5084F; — Устройство частотно временной синхронизации по сигналам СНС ГЛОНАС и GPS NAVSTAR СН-3833; — Флэш-накопитель Strontium Nitro 64 Gb; — Широкополосная рамочная приёмная антенна; — Экран на штативе 180x180 см.;
2.	Зал для самостоятельной работы обучающихся, Корпус: I, Номер: 241 — 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

Программа переутверждена на
заседании научно-технического совета
протокол № 7 от «29» 09 2016 г.

Шанов РВ
(подпись, Ф.И.О. председателя)

Программа переутверждена на
заседании кафедры всп. матеи.
протокол № 1 от «29» 09 2016 г.

Шанов РВ
(подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)

Программа переутверждена на
заседании кафедры _____
протокол № _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.
/ /

(подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)

Программа переутверждена на
заседании кафедры _____
протокол № _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.
/ /

(подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)

Программа переутверждена на
заседании научно-технического совета
протокол № 3 от «16» 11 2014 г.

Шанов РВ
(подпись, Ф.И.О. председателя)

Программа переутверждена на
заседании кафедры всп. матеи.
протокол № 1 от «24» 09 2014 г.

Шанов РВ
(подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)

Программа переутверждена на
заседании кафедры _____
протокол № _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.
/ /

(подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)

Программа переутверждена на
заседании кафедры _____
протокол № _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.
/ /

(подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)

Программа переутверждена на
заседании научно-технического совета
протокол № 8 от «24» 09 2018 г.

Шанов РВ
(подпись, Ф.И.О. председателя)

Программа переутверждена на
заседании кафедры ВМ
протокол № 1 от « _____ » _____ 2018 г.

Шанов РВ
(подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)

Программа переутверждена на
заседании кафедры _____
протокол № _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.
/ /

(подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)

Программа переутверждена на
заседании кафедры _____
протокол № _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.
/ /

(подпись, Ф.И.О. зав. кафедры)

Оценочные средства по дисциплине и методические рекомендации

Вопросы для подготовки к защите РГР и зачету

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

Структура индивидуального зачетного задания и методические рекомендации по его выполнению и оформлению

Содержание РГР выдается преподавателем индивидуально каждому аспиранту. Задания РГР выполняются в виде построения соответствующих алгоритмов в системах Microsoft Excel, MathCad, MatLab, LabView и их реализации на ЭВМ.

Отчет по выполнению РГР и по самостоятельной работе аспиранта представляется в печатном и электронном виде. К отчету прикладывается файл с расчетами для математической модели, выполненными в системах Microsoft Excel, MathCad, MatLab, или LabView.

Отчет включает в себя:

- титульный лист;
- формулировку заданий для РГР;
- исходные данные к РГР;
- постановку целей, задач и математическое моделирование объектов задания РГР, описание методов исследования;
- перечисление видов выполненных работ (изучение литературы, разработка математической модели, построение вычислительного алгоритма и пр.)
- описание построенного алгоритма;
- полученные результаты и выводы;
- список использованной литературы.

Защита индивидуальной зачетной работы проходит на практических занятиях в виде анализа преподавателем алгоритма, построенного аспирантом, и обсуждения методов моделирования, используемых для решения задач. Файл с вычислительным алгоритмом аспирант передает преподавателю в электронном виде в формате pdf.

Задание каждого блока индивидуальной зачетной работы оформляется в отдельный файл. При составлении вычислительного алгоритма рекомендуется сопровождать его комментариями, пояснительными записками к элементам алгоритма.

Образец оформления титульного листа отчета о выполнении РГР

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ кафедра _____ ОТЧЕТ о выполнении расчетно-графической работы №____ по дисциплине Б.1.В.3. «Физические основы генерации, излучения и распространения волн различной природы» Выполнил: аспирант _____ Направление подготовки _____ Направленность _____ Год и форма обучения _____ Йошкар-Ола 20__-20__уч.г.
--

Примеры расчетно-графических работ (РГР)

РГР №1. Расчет параметров линии передачи

Задание для РГР формируется преподавателем в зависимости от темы НКР (диссертации) аспиранта. Примерная формулировка задания:

Задача. Расчет полосы прозрачности ионосферной декаметровая радиолнии.

РГР №2. Моделирование распространения ЛЧМ-сигнала в ионосфере

Задание для РГР формируется преподавателем в зависимости от темы НКР (диссертации) аспиранта. Примерная формулировка задания:

Задача. Расчет МПЧ и дальности распространения по лучу при вертикальном и наклонном излучении радиосигнала в сферически слоистую ионосферу

Критерии оценивания знаний обучающихся на зачете

Оценка «**зачтено**» выставляется обучающемуся, который:

- прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов;
- оформил расчетно-графическую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Оценка «**не зачтено**» выставляется обучающемуся, который не справился с 50% вопросов и заданий расчетно-графической работы, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Представленная расчетно-графическая работа не удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям.

Лист согласования

[illegible]

Лист регистрации изменений

[illegible]