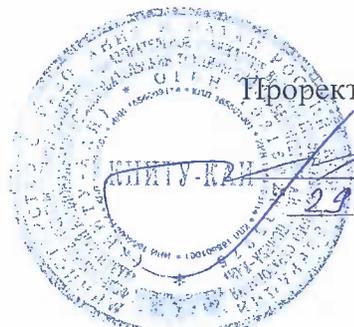


Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «Казанский национальный исследовательский технический университет
 им. А.Н. Туполева-КАИ»
 (КНИТУ-КАИ)



УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по НиИД

Михайлов С.А.

29 06 2015
 м.п.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
 Б1.В.ДВ.2.2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МИКРОВОЛНОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ
 И ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Направление подготовки 12.06.01 - ФОТОНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, ОПТИЧЕСКИЕ И БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Профиль (направленность) 05.11.13 – ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ВЕЩЕСТВ, МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения очная, заочная

Выпускающая кафедра РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Кафедра-разработчик рабочей программы Радиофотоники и микроволновых технологий

Год обучения	Трудоемкость час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма контроля (экз., час./зачет)
2	36	18			18	Зачет
3	72	36			36	Зачет
Итого	108	54			54	Зачет

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ФГОС ВО по направлению подготовки 12.06.01 – Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии, Положением «О порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ) и учебного плана направления подготовки 12.06.01 – Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии, направленность (профиль) 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Составитель рабочей программы:

докт.техн.наук, профессор



 (подпись)
 26.06.2015

 (дата)

Морозов О.Г.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

Радиофотоники и микроволновых технологий

зав. кафедрой-разработчика

Протокол № 8 от 26.06.2015г.

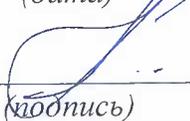


 (подпись)
 26.06.2015

 (дата)

Морозов О.Г.

Директор института
 (на котором осуществляется обучение)



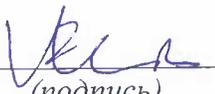
 (подпись)
 26.06.2015

 (дата)

Надеев А.Ф.

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой



 (подпись)
 26.06.2015

 (дата)

Евдокимов Ю.К.

1. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Коды компетенции	Содержание компетенций	Знать: Уметь: Владеть:
ОПК-4	Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	<p>Знать: приёмы, постановки целей и задач научных экспериментальных исследований; методики проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа результатов</p> <p>Уметь: ставить цели и определять задачи при организации научного эксперимента; планировать проведение научных экспериментов; выбирать и составлять план эксперимента; использовать стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования при проведении эксперимента; анализировать результаты эксперимента, включая построение математических моделей объекта исследований, определение оптимальных условий, поиск экстремума функции; грамотно представлять результаты эксперимента</p> <p>Владеть: опытом организации и проведения экспериментальных исследований в области микроволновой техники и волоконной оптики (по теме диссертации); презентации результатов научного исследования и ведения научной дискуссии.</p>
ПК-2	Способность к проектированию, производству и применению приборов и систем, предназначенных для получения, регистрации и обработки информации об окружающей среде, природных и технических объектах	<p>Знать: задачи и методы проектирования, производства и применения приборов и систем, предназначенных для получения, регистрации и обработки измерительной информации об окружающей среде, природных и технических объектах способами микроволновой техники и волоконной оптики (по теме диссертации)</p> <p>Уметь: самостоятельно осуществлять проектирование, научное сопровождение производства и применение приборов и систем, предназначенных для получения, регистрации и обработки измерительной информа-</p>

		<p>ции об окружающей среде, природных и технических объектах способами микроволновой техники и волоконной оптики (по теме диссертации)</p> <p>Владеть: методами и средствами математического и компьютерного проектирования, сопровождения производства и программным обеспечением, как неотъемлемой частью применения приборов и систем, предназначенных для получения, регистрации и обработки измерительной информации об окружающей среде, природных и технических объектах способами микроволновой техники и волоконной оптики (по теме диссертации)</p>
ПК-3	<p>Готовность к экспертной и организационно-управленческой деятельности, связанной с устройствами, системами и технологиями контроля природной среды, веществ, материалов и изделий</p>	<p>Знать: постановки целей и задач экспертной и организационно-управленческой деятельности, связанной с устройствами, системами и технологиями контроля природной среды, веществ, материалов и изделий</p> <p>Уметь: ставить цели и определять задачи экспертной и организационно-управленческой деятельности, связанной с устройствами, системами и технологиями контроля природной среды, веществ, материалов и изделий способами микроволновой техники и волоконной оптики (по теме диссертации)</p> <p>Владеть: опытом организации и проведения экспертной и организационно-управленческой деятельности, связанной с устройствами, системами и технологиями контроля природной среды, веществ, материалов и изделий способами микроволновой техники и волоконной оптики (по теме диссертации)</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина *Современные проблемы микроволновых измерений и волоконно-оптических сенсорных систем* относится к *вариативной* части (дисциплины по выбору) блока 1 учебного плана.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часа.

Таблица 2.

Объём дисциплины по видам учебных занятий (очная аспирантура)

Вид учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр : 4		Семестр : 5	
	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
Общая трудоемкость дисциплины	108	3	36	1	72	2
Аудиторные занятия	54	1,5	18	0,5	36	1
Лекции	54	1,5	18	0,5	36	1
Практические (ПЗ)						
Лабораторные работы (ЛР)						
Самостоятельная работа (всего)	54	1,5	18	0,5	36	1
В том числе:						
Проработка учебного материала	36	1	18	0,5	18	0,5
Подготовка реферата	18	0,5			18	0,5
Подготовка к промежуточной аттестации						
Вид аттестации			Зачет			

Таблица 3.

Объём дисциплины по видам учебных занятий (заочная аспирантура)

Вид учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр : 4		Семестр : 5	
	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
Общая трудоемкость дисциплины	108	3	36	1	72	2
Аудиторные занятия	18	0,5	6	0,17	12	0,33
Лекции	18	0,5	6	0,17	12	0,33
Практические (ПЗ)						
Лабораторные работы (ЛР)						
Самостоятельная работа (всего)	90	2,5	30	0,83	60	1,67
В том числе:						
Проработка учебного материала	72	2	30	0,83	42	1,17
Подготовка реферата	18	0,5			18	0,5
Подготовка к промежуточной аттестации						
Вид аттестации			Зачет			

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 4.

№ модуля образовательной программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов
1	1.1	Уравнения Максвелла и компоненты поля.	2			2	4
	1.2	Отражение и преломление электромагнитного поля на плоской границе двух сред.	4			4	8
	1.3	Распространение и потери радиочастотного излучения в волноводах и полосковых устройствах.	6			6	12
	1.4	Распространение и потери света в волоконных световодах и устройствах интегральной фотоники.	6			6	12
2	2.1	Методы измерений на пропускание.	2			2	8
	2.2	Рефлектометрические методы измерений.	4			4	8
	2.3	Временная и частотная рефлектометрия в радиочастотном диапазоне.	6			6	12
	2.4	Временная и частотная рефлектометрия в оптическом диапазоне.	6			6	12
3	3.1	Полигармонические методы измерений.	2			2	8
	3.2	Полигармоническое измерение диэлектрических характеристик веществ и материалов (микроволновые технологии).	4			4	8
	3.3	Полигармоническое измерение параметров физических полей (волоконно-оптические сенсоры)	6			6	12
	3.4	Радиофотонные системы измерений.	6			6	12
ИТОГО:			54			54	108

3.2. Содержание дисциплины

Лекционный курс

Таблица 5.

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1.1	1.1	Тема 1.1. Уравнения Максвелла и компоненты поля. Вывод соотношений между компонентами поля из уравнений Максвелла. Планарная геометрия. Цилиндрическая геометрия. Волновые уравнения для электромагнитных волн. Методы и средства моделирования.	2

1.2,1.3	1.2	<p>Тема 1.2. Отражение и преломление электромагнитного поля на плоской границе двух сред. Радиочастотный диапазон. Падение параллельно-поляризованной плоской волны на границу раздела двух сред. Полное прохождение волны во вторую среду полное отражение от границы раздела двух сред. Две диэлектрические среды. Диэлектрик и идеальный проводник. Падение плоской волны на границу поглощающей среды. Методы и средства моделирования.</p> <p>Тема 1.3. Отражение и преломление электромагнитного поля на плоской границе двух сред. Радиочастотный диапазон. Оптический диапазон. Преломление и отражение на плоской границе раздела сред, полное внутреннее отражение. Закон Снелля. Закон Френеля. Случай перпендикулярного падения волны. Угол Брюстера. Критический угол падения. Сдвиг Гуса-Генхена. Методы и средства моделирования. Рефрактометрические измерения.</p>	4
1.4-1.6	1.3	<p>Тема 1.4. Распространение и потери радиочастотного излучения в волноводах и полосковых структурах. Свойства плоской волны в однородной изотропной среде. Волны в диэлектриках. Затухание волн. Глубина проникновения. Падение нормально поляризованной плоской волны на границу раздела двух сред. Методы и средства моделирования.</p> <p>Тема 1.5. Зависимость диэлектрической проницаемости от строения вещества. Поляризуемость и дипольные моменты атомов, ионов, молекул. Резонансная и релаксационная поляризация. Особенности поляризации и диэлектрических потерь в диэлектриках с разной структурой. Теория Дебая для полярных жидкостей.</p> <p>Тема 1.6. Диэлектрические потери в однородных диэлектриках с релаксационной поляризацией и сквозной проводимостью. Тангенс угла диэлектрических потерь. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Релаксационные потери при одном времени релаксации. Релаксационные потери при наборе времен релаксации. Полосковые устройства и их характеристики. Терагерцовые измерения.</p>	6
1.7-1.9	1.4	<p>Тема 1.7. Распространение и потери света в волоконных световодах и устройствах интегральной фотоники. Распространение света в световодах на основе лучевой модели. Ступенчатые световоды: числовая апертура межмодовая дисперсия. Распространение света и межмодовая дисперсия в градиентных световодах. Дисперсия материала. Передаточная характеристика световода. Методы и средства моделирования.</p> <p>Тема 1.8. Адсорбционные потери, поглощение ОН групп, УФ и ИК поглощение. Рэлеевское рассеяние. Потери в световодах, связанные с нерегулярностью структуры. Прочие механизмы потерь. Предельно низкие потери в световодах на основе кварцевого стекла и на основе безкислородных стекол. Методы и средства моделирования.</p> <p>Тема 1.9. Устройства интегральной фотоники и их характеристики. Интегральная фотоника. Нанопотоника. Дифракционная оптика.</p>	6

2.1	2.1	<p>Тема 2.1. Методы измерений на пропускание. Анализ измерительных схем СВЧ с использованием направленных графов. Назначение и структура измерительного тракта СВЧ. Измерительный тракт для определения коэффициентов передачи. Преобразователи сигналов и СВЧ-узлы, используемые в измерительных трактах. Измерительная линия. Мостовые методы измерений и измерители полных сопротивлений поляризационного типа. Измерение ослабления на СВЧ. Измерительные аттенюаторы. Измерение фазовых сдвигов на СВЧ. Теория квазиоптических методов. Методы, основанные на прохождении радиоволн. Интерференционные методы. Аналогичные вопросы измерений для оптического диапазона. Методы и средства моделирования.</p>	2
2.2, 2.3	2.2	<p>Тема 2.2. Рефлектометрические методы измерений. Измерительный тракт СВЧ для определения коэффициентов отражения. Принцип разделения волн. Направленные ответвители, применяемые в измерителях параметров рассеяния. Погрешности измерительного тракта и методы его калибровки. Измерители КСВН и ослабления (скалярные анализаторы цепей СВЧ). Измерители комплексных коэффициентов рассеяния (векторные анализаторы цепей СВЧ). Автоматизированные вычислительные анализаторы цепей СВЧ. Теория квазиоптических методов. Методы, основанные на отражении волн.</p> <p>Тема 2.3. Аналогичные вопросы измерений для оптического диапазона. Рассеяние Рамана и Бриллюэна.</p>	4
2.4-2.6	2.3	<p>Тема 2.4. Временная и частотная рефлектометрия в радиочастотном диапазоне. Теория резонансных методов (метод малых возмущений).</p> <p>Тема 2.5. Резонансные методы. Применение цилиндрических резонаторов для измерения параметров вещества. Применение прямоугольных резонаторов для измерения параметров вещества. Применение коаксиальных резонаторов для измерения параметров вещества.</p> <p>Тема 2.6. Объемные соотношения резонансных измерений. Резонаторы, полностью заполненные диэлектриком. Метод полного заполнения сечения волновода. Метод вариации толщины образца. Метод «бесконечного» слоя. Метод частичного заполнения сечения волновода. Использование волноводных мостов.</p>	6
2.7-2.9	2.4	<p>Тема 2.7. Временная и частотная рефлектометрия в оптическом диапазоне. Оптическая рефлектометрия во временной области. Традиционная рефлектометрия. Слабокорреляционная рефлектометрия. Рефлектометрия на основе счета фотонов. Другие рефлектометрические методы.</p> <p>Тема 2.8. Оптическая рефлектометрия в частотной области. Частотная рефлектометрия с синтезом функции когерентности. Частотная рефлектометрия со сканированием.</p> <p>Тема 2.9. Нелинейная рефлектометрия. Поляризационная рефлектометрия. Бриллюэновская и рамановская рефлектометрия. Брэгговская рефлектометрия. Методы записи Брэгговских решеток и их характеристики. Методы записи длиннопериодных решеток и их характеристики. Методы и средства моделирования.</p>	6

3.1	3.1	<p>Тема 3.1. Полигармонические методы измерений. Исследование информационной структуры двухчастотных сигналов (ДС). Исследование методов и устройств формирования ДС. Метод Ильина-Морозова. Метрологические характеристики устройств формирования ДС. Исследование систем контроля параметров атмосферы. Исследования систем прецизионной спектроскопии решеток Брэгга. Исследование полностью оптических систем для измерения радиочастот СВЧ-диапазона. Приложение ДС для контроля в СВЧ-диапазоне. Измерение диэлектрической проницаемости веществ и материалов. Измерение частоты и амплитуды сигнала методом двухчастотного гетеродина. Измерение дисперсии в средах методом оценки фазы огибающей двухчастотного сигнала.</p>	2
3.2, 3.3	3.2	<p>Тема 3.2. Полигармоническое измерение диэлектрических характеристик веществ и материалов (микроволновые технологии). Метод полигармонического измерения диэлектрических характеристик с использованием двух двухчастотных излучений с разными средними и разностными частотами. Метод вариации разностной частоты.</p> <p>Тема 3.3. Четырехчастотные методы измерений. Метод полигармонического измерения диэлектрических характеристик с использованием четырехчастотного излучения с одинаковыми средними и разностными частотами. Фильтрационная последетекторная обработка сигналов. Додетекторное фильтрационное физическое разделение волн. Квазиоптические методы измерений. Решетки Брэгга на коаксиальном кабеле как датчики физических величин и ДП веществ и материалов.</p>	4
3.4-3.6	3.3	<p>Тема 3.4. Полигармоническое измерение параметров физических полей (волоконно-оптические сенсоры). Системы оптической связи. Методы спектрального уплотнения (WDM) для построения сенсорных сетей. Сенсорные системы.</p> <p>Тема 3.5. Волоконно-оптические датчики структурного мониторинга. Методы управления лазерным излучением, приема и обработки информации в телекоммуникационных и сенсорных ВОС. Методы и средства моделирования.</p> <p>Тема 3.6. Двухчастотный анализ резонансных волоконных структур. Двухчастотный анализ характеристик ВРБ. Двухчастотный рефлектометр рассеяния Бриллюэна и Рамана.</p>	6
3.7-3.9	3.4	<p>Тема 3.7. Радиофотонные системы измерений. Радиофотоника. Системы оптической генерации радиочастотных сигналов; комбинированной генерации полигармонических оптических сигналов с радиочастотными компонентами; линейной обработки радиочастотных сигналов в оптической области, в том числе фильтрации и измерительного преобразования.</p> <p>Тема 3.8. Элементная база для реализации амплитудно-фазовой модуляции в оптическом диапазоне и перспективы развития систем радиофотоники указанных классов.</p> <p>Тема 3.9. Вопросы построения многосвязных радиофотонных систем. Системы формирования ДН в АФУ, оптического аналого-цифрового преобразования, генерации импульсных сигналов и сигналов произвольной формы, связи типа «РПВ», бриллюэновской обработки радиосигналов.</p>	6
Итого:			54

Самостоятельная работа аспиранта

Таблица 6.

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы аспиранта и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1.1-1.4, 2.1-2.4, 3.1-3.4	1	Проработка конспекта лекций	24
	2	Работа с информационными ресурсами	6
	3	Изучение материала для самостоятельной проработки	6
	4	Написание реферата по дисциплине	18
	Итого		54

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа аспиранта по курсу «Современные проблемы микроволновых измерений и волоконно-оптических сенсорных систем» представляет собой

- углубленное изучение тем курса лекций;
- подготовку и выполнение домашних заданий;
- реферативный обзор вопросов, выносимых на самостоятельную проработку;
- написание реферата по конкретной проблеме микроволновых измерений и волоконно-оптических сенсорных систем.

Для углубленного изучения тем курса рекомендуется воспользоваться конспектами лекций и учебниками, представленными в списке основной и дополнительной литературы, информационными ресурсами сети Интернет, он-лайн каталогам научной периодики. Для лучшего освоения материала аспирант имеет возможность проверить свои знания по вопросам для самопроверки, представленным в *Приложении № 4*. Ссылки на Интернет-доступ к предлагаемым текстам приведены в списке дополнительной литературы.

На самостоятельную проработку выносятся вопросы по каждой лекции по усмотрению преподавателя. Домашние задания указываются в конце каждой лекции. При этом подразумевается, что аспирант владеет программными пакетами и средами MatLab, MathCad, OptiSystem, OptiGrating, Simulink, Microwave CST. В случае слабого уровня знаний по указанным программным пакетам и средам необходимо их освоить самостоятельно или под руководством преподавателя по имеющимся на кафедре учебным пособиям (например, Optiwave System Tutorial I, Optiwave System Tutorial II, OptiGrating. Get started, Microwave CST. Get started и т.д.).

По рекомендации и под руководством преподавателя аспирант составляет реферативный обзор предложенных вопросов по литературе, имеющейся в свободном Интернет-доступе и на кафедре радиофотоники и микроволновых технологий:

1. **Морозов, О.Г.** Многочастотная рефлектометрия волоконно-оптических структур : [моногр.] / О.Г. Морозов. — Казань : Новое знание, 2010. — 176 с.: рис., табл.; 20 см. — Англ. — Библиогр. в конце тем. — 150 экз. — ISBN 978-5-89347-621-7.
2. **Morozov, Oleg.** Synthesis of Two-Frequency Symmetrical Radiation and Its Application in Fiber Optical Structures Monitoring [Текст] / Oleg Morozov, German P'in, Gennady Morozov [et al.] // Fiber Optic Sensors, Dr Moh. Yasin (Ed.) — InTech, 2012. — 518 p.:ил.:26 cm. — Ch. 6. — P. 137— 165. — ISBN: 978-953-307-922-6.
3. **Морозов, О. Г.** Многочастотная рефлектометрия волоконно-оптических структур : [моногр.] / О.Г. Морозов. — 2-е изд., испр. и доп. — Казань : Новое знание, 2012. — 204 с.: рис., табл.; 20 см. — Англ. — Библиогр. в конце тем. — 150 экз. — ISBN 978-5-89347-671-2.

4. **Морозов, О. Г.** Нанофотоника и дифракционная оптика в телекоммуникациях : [уч. пособие] / О.Г. Морозов. — Казань : ЗАО «Новое знание», 2012. — 112 с.: рис., табл.; 20 см. — 500 экз. — ISBN 978-5-89347-685-9.
5. **Морозов, О. Г.** Маломодовая симметричная рефлектометрия волоконно-оптических структур : [моногр.] / О.Г. Морозов, Г.А. Морозов, В.Г. Куприянов, И.И. Нуреев, А.Р. Насыбуллин, П.Е. Денисенко. — Казань : ЗАО «Новое знание», 2013. — 160 с.: рис., табл.; 20 см. — 500 экз. — ISBN 978-5-89347-728-3.
6. **Морозов, О. Г.** Системы радиофотоники с амплитудно-фазовым модуляционным преобразованием оптической несущей : [моногр.] / О.Г. Морозов, Г.И. Ильин, Г.А. Морозов. — Казань : ЗАО «Новое знание», 2014. — 192 с.: рис., табл.; 20 см. — 500 экз. — ISBN 978-5-906668-40-0.
7. **Morozov, Oleg.** Poly-harmonic Analysis of Raman and Mandelstam-Brillouin Scatterings and Bragg Reflection Spectra [Текст] / Oleg Morozov, Gennady Morozov [et al.] // *Advances in Optical Fiber Technology: Fundamental Optical Phenomena and Applications*, Dr Moh. Yasin (Ed.) — InTech, 2015. — 518 p.:il.:26 cm. — Ch. 2. — P. 55— 97. — ISBN: 978-953-51-1742-1.

Реферат по дисциплине должен продемонстрировать способность соискателя самостоятельно анализировать и интерпретировать прочитанную литературу, идентифицировать конкретную проблему, проводить анализ путей ее решения, предложить их варианты и выбрать оптимальный. Тема реферата (ориентировочный список тем представлен в *Приложении № 5*) предварительно согласовывается с научным руководителем аспиранта и утверждается заведующим кафедрой радиофотоники и микроволновых технологий.

Объем реферата – 1 авторский лист или 20-30 страниц машинописного текста 14 шрифтом через 1,5 интервала. Оформление реферата предполагает наличие: титула (Образец оформления титульного листа реферата приводится в *Приложении № 6*), оглавления; введения; основной части: анализа состояния проблемы, путей ее решения, выбора оптимального решения, оценок его перспективности; заключения; списка использованной литературы.

План (содержание или оглавление) реферата размещается на 2 странице. На английском языке дублируются титульный лист, введение и заключение. Список использованной литературы должен включать в себя не менее 5-7 источников на русском и 5-7 источников на английском языке и оформляется по установленным стандартам:

1. ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

2. ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов: Общие требования и правила составления.

Первичную экспертизу готового реферата проводит научный руководитель аспиранта. Он ставит свою подпись на титульном листе.

Только после сдачи реферата аспирант допускается для сдачи зачета.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

В рамках учебных курсов предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, компетентных в области волоконной оптики, участие аспирантов в работе международных и всероссийских научных конференций, проводимых на базе КНИТУ-КАИ.

Основная часть лекций проходит в традиционной форме.

К интерактивным технологиям проведения лекций относятся лекция-беседа, лекция с заранее объявленными ошибками, лекция с элементами проблемной ситуации.

Для внеаудиторной проработки самостоятельного задания аспирантам также предлагается кооперация в малых исследовательские группы и коллективное решение творческих задач, если позволяет тематика диссертационных работ.

**Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях
(если таковые предусмотрены разработчиком рабочей программы)**

Таблица 7.

Семестр	Вид и тема занятия (лекция, практическое занятие, лабораторная работа)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	Лекция №1.1. Уравнения Максвелла и компоненты поля.	Лекция с заранее объявленными ошибками	2
	Лекция №1.3. Отражение и преломление электромагнитного поля на плоской границе двух сред.	Лекция-беседа	2
	Лекция №1.6. Диэлектрические потери в однородных диэлектриках с релаксационной поляризацией и сквозной проводимостью.	Лекция с элементами проблемной ситуации	2
	Лекция №1.9. Устройства интегральной фотоники и их характеристики.	Лекция-встреча с представителем российской научной общности	2
5	Лекция №2.1. Методы измерений на пропускание.	Лекция с заранее объявленными ошибками	2
	Лекция №2.3. Вопросы измерений для оптического диапазона. Рассеяние Рамана и Бриллюэна.	Лекция-беседа	2
	Лекция №2.6. Объемные соотношения резонансных измерений.	Лекция с элементами проблемной ситуации	2
	Лекция №2.9. Бриллюэновская и рамановская рефлектометрия.	Лекция-встреча с представителем российской научной общности	2
	Лекция №3.1. Полигармонические методы измерений.	Лекция с заранее объявленными ошибками	2
	Лекция №3.3. Четырехчастотные методы измерений.	Лекция-беседа	2
	Лекция №3.6. Двухчастотный анализ резонансных волоконных структур.	Лекция с элементами проблемной ситуации	2
	Лекция №3.9. Вопросы построения многозвенных радиофотонных систем.	Лекция-встреча с представителем российской научной общности	2
ВСЕГО ЧАСОВ			24

6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины

Текущий контроль аспирантов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- устные опросы;
- выполнение домашних работ;
- представление и защита реферата;
- тестирование после окончания Модуля 1
- тестирование после окончания Модуля 2
- тестирование после окончания Модуля 3 на зачете.

6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения контроля аспирантов по дисциплине

Контроль по дисциплине проходит в форме зачета.

На зачет выносится решение задачи, связанной с проблемами микроволновых измерений и волоконно-оптических сенсорных систем и одной из задач диссертационной работы аспиранта, выполненной путем математического или компьютерного моделирования.

(Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения контроля, а также методические указания для проведения контроля приводятся в *Приложении 4* к рабочей программе).

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 8.

Основная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1	Агравал Г.П. Применение нелинейной волоконной оптики : учеб. пособие / Г.П. Агравал; пер. И.Ю. Денисюк, В.И. Кузин. - СПб.: Лань, 2011. - 592. - (Учебники для вузов. Специальная литература)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	15
2	Субботин Е.А. Методы и средства измерения параметров оптических телекоммуникационных систем : учебник / Е.А. Субботин.- М.: Горячая линия - Телеком, 2013	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	20
3	Морозов, О.Г. Системы радиофотоники с амплитудно-фазовым модуляционным преобразованием оптической несущей : [моногр.] / О.Г. Морозов, Г.И. Ильин, Г.А. Морозов. — Казань : ЗАО «Новое знание», 2014. — 192 с.	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	25
4	Хассан А. Моделирование полосковых устройств СВЧ в среде Microwave Office: Электродинамическое моделирование : учеб. пособие / А. Хассан, Ю.И. Чони.- Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2012.- 64 с.	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	10
5	Афанасьев А.А. Физические основы измерений : учебник для студ. вузов / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе.- М.: Академия, 2010.- 240.- (Высшее профессиональное образование)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	35

Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1	Айбатов Д.Л. Основы рефлектометрии : учеб. пособие для студ. вузов / Д.Л. Айбатов, О.Г. Морозов, Ю.Е. Польский. - Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2008. – 128 с.	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	100
2	Морозов, О. Г. Маломодовая симметричная рефлектометрия волоконно-оптических структур : [моногр.] / О.Г. Морозов, Г.А. Морозов, В.Г. Куприянов, И.И. Нуреев, А.Р. Насыбуллин, П.Е. Денисенко. - Казань : ЗАО «Новое знание», 2013. - 160 с.: рис., табл.; 20 см. - 500 экз. - ISBN 978-5-89347-728-3.	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	25

3	Морозов, О. Г. Нанопотоника и дифракционная оптика в телекоммуникациях : [уч. пособие] / О.Г. Морозов. - Казань : ЗАО «Новое знание», 2012. - 112 с.: рис., табл.; 20 см. - 500 экз. - ISBN 978-5-89347-685-9.	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	25
4	Фальковский О.И. Техническая электродинамика : учебник / О.И. Фальковский.- 2-е изд., стер. .- СПб.: Лань, 2009.- 432 с.- (Учебники для вузов. Специальная литература)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	88
5	Архангельский Ю.С. Измерения в СВЧ электротехнологии: учеб. пособие / Ю.С. Архангельский, С.Г. Калганова. - Саратов: 2008. - 152 с.	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	26

Интернет-источники

1. Подборка книг, диссертаций, практикумов по микроволновой технике и волоконной оптике. Доступ: <http://www.twirpx.com>.

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет»

Интернет-ресурсы из перечня НТБ КНИТУ-КАИ

Русскоязычные:

- [ВИНИТИ](#)

- [РОСПАТЕНТ](#)

- [eLIBRARY.RU \(НЭБ - Научная электронная библиотека\)](#)

Зарубежные:

- [ScienceDirect \(Elsevier\) - естественные науки, техника.](#)

- [Scopus - база данных рефератов и цитирования.](#)

- [SpringerLink - компьютерные науки, математика и статистика, физика.](#)

- [The American Physical Society – ведущие физические журналы мира.](#)

Интернет ресурсы ведущих научных обществ мира

1. Цифровая библиотека SPIE. Доступ: http://proceedings.spiedigitallibrary.org/SS/All_Proceedings.aspx.
2. Цифровая библиотека OSA. Доступ: <https://www.osapublishing.org/osadigitalarchive.cfm/>
3. Цифровая библиотека IEEE. Доступ: <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true&/>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

1. Чтение лекций с использованием слайд-презентаций.
2. Использование видеоматериалов (через Интернет).
3. Использование специализированных пакетов прикладных программ MatLab, MathCad, OptiSystem, OptiGrating, Simulink, Microwave CST.
4. Компьютерное тестирование.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитория №8 кафедры Радиопотоники и микроволновых технологий, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
- компьютер/ноутбук с выходом в Интернет для просмотра видеоматериала из сети.

2. Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- рабочие места аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

9. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Реализация дисциплины обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы аспирантуры на условиях гражданско-правового договора.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу аспирантуры, должна составлять не менее 80 процентов.

Квалификация руководящих и научно-педагогических работников организации должна соответствовать квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования", утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. N 1н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., регистрационный N 20237), и профессиональным стандартам (при наличии).

Доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) должна составлять не менее 60 процентов от общего количества научно-педагогических работников организации.

Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников организации в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) должно составлять не менее 2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, или не менее 20 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования, или в научных рецензируемых изданиях, определенных в Перечне рецензируемых изданий согласно пункту 12 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 "О порядке присуждения ученых степеней" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, N 40, ст. 5074).

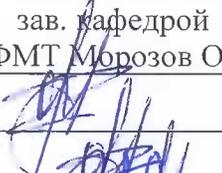
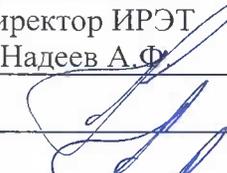
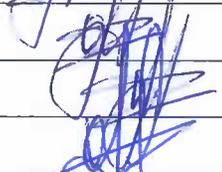
**10. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ,
ВНОСИМЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

№	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» зав. кафедрой, ведущей дисциплину	«Согласовано» зав. выпускающей кафедры	«Согласовано» директор института выпускающей кафедры
1	-	28.06. 2016	В соответствии с Уставом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева – КАИ» (новая редакция) исключить слово «профессионального» из полного названия КНИТУ-КАИ			
2	-	05.06. - 2017	На 2017/2018 учебный год изменений нет			
3		04.05. 2016	<i>На 2018/2019 учебный год изменений нет.</i>			

11. ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ НА УЧЕБНЫЙ ГОД

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» зав. кафедрой РФМТ Морозов О.Г.	«Согласовано» Директор ИРЭТ Надеев А.Ф.	«Согласовано» зав. кафедрой РИИТ Евдокимов Ю.К.	
2015/16				
2016/17				
2017/18				
2018/19				

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Современные проблемы микроволновых измерений и волоконно-оптических сенсорных систем» является частью вариативных дисциплин блока 1 по выбору аспирантов по направлению подготовки 12.06.01 – Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии, направленности (профиля) 05.11.13 - Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий. Дисциплина реализуется в институте ИРЭТ кафедрой радиофотоники и микроволновых технологий.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника:

ОПК-4: способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты;

ПК-2: способность к проектированию, производству и применению приборов и систем, предназначенных для получения, регистрации и обработки информации об окружающей среде, природных и технических объектах;

ПК-3: готовность к экспертной и организационно-управленческой деятельности, связанной с устройствами, системами и технологиями контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с научно-исследовательской деятельностью в области микроволновых измерительных систем и волоконно-оптической сенсорики, включая ее физические основы, разновидности волноводов и оптического волокна, их характеристик, создания различных элементов на основе оптического волокна и волноводов для измерений, исследование линейных и нелинейных эффектов в них, разработку радиотехнических и оптических систем измерений, регистрации и обработки информации, разработку, модернизацию и создание радиотехнических и волоконно-оптических приборов и комплексов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции в традиционной и интерактивных формах, самостоятельную работу аспиранта, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме устного опроса, проверки и защиты домашних работ и реферата, тестирования и итоговый контроль в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (54 часов) занятия и 54 часа самостоятельной работы аспиранта.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Для успешного осуществления самостоятельной работы необходимы:

1. Комплексный подход организации самостоятельной работы по всем формам аудиторной работы;
2. Сочетание нескольких видов самостоятельной работы;
3. Обеспечение контроля за качеством усвоения.

Виды самостоятельной работы:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; работа со словарями и справочниками; работа с нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей; компьютерной техники, Интернет и др.;

- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); аналитическая работа с фактическим материалом (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц и схем для систематизации фактического материала; изучение нормативных материалов; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии; тестирование и др.;

- для формирования умений: решение модельных задач по образцу; решение вариативных задач связанных с предметом и диссертацией; выполнение чертежей, схем; выполнение расчетов; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; экспериментально-конструкторская работа; исследовательская и проектная работа.

Отдельно следует выделить подготовку к зачету как особый вид самостоятельной работы. Основное его отличие от других видов самостоятельной работы состоит в том, что обучающиеся решают задачу актуализации и систематизации учебного материала, применения приобретенных знаний и умений в качестве структурных элементов компетенций, формирование которых выступает целью и результатом освоения образовательной программы.

В образовательном процессе КНИТУ-КАИ применяются два вида самостоятельной работы – аудиторная под руководством преподавателя и по его заданию и внеаудиторная - по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- прием и разбор домашних заданий;
- прием и защита реферата;
- выполнение научно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита НИРС);

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание реферата;
- подготовка к его защите и оформлению;
- составление аннотированного списка статей;
- составление глоссария;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих тестов.

Методические указания для аспирантов

(носят рекомендательный характер)

Изучение учебной дисциплины “Современные проблемы микроволновых измерений и волоконно-оптических сенсорных систем” осуществляется в форме аудиторных занятий под руководством преподавателя и самостоятельной подготовки аспирантов. Основными видами аудиторных занятий по изучению данной дисциплины являются: лекции, индивидуальные консультации преподавателя.

Аспирантам рекомендуется получить в библиотеке университета учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на лекциях и лабораторных занятиях, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Работа с рекомендованной литературой является обязательной. Следует изучить основную литературу и ознакомиться с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Особое внимание при этом необходимо обратить на практическое приложение рассматриваемых теоретических вопросов для анализа и синтеза волоконно-оптических и микроволновых систем и устройств в соответствии с тематическим планом.

В процессе этой работы аспиранты должны стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Дорабатывать краткий материал, полученный на лабораторных занятиях, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Аспирант может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, в том числе и на иностранном языке, и в дальнейшем использовать подготовленные учебные материалы для изучения последующих курсов и при выполнении выпускной квалификационной работы.

В случае возникновения затруднений в понимании учебного материала можно обратиться за консультацией к преподавателю. За консультацией рекомендуется обращаться после изучения основной и дополнительной рекомендованной литературы.

В ходе выполнения самостоятельной работы полученные аспирантом наработки оформляются в виде презентации по специально выделенным темам, которые дистанционно пересылаются преподавателю для оценки. При подготовке к текущему контролю аспирантом должны быть изучены материалы тестовых заданий.

При подготовке к зачету аспиранты должны прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины по основной и дополнительной литературе и ориентироваться на ФОС (*Приложение 4*) все неясные моменты фиксируются и выносятся на плановую консультацию.

Методические указания по написанию реферата

Реферат представляет собой учебно-исследовательскую самостоятельную работу, главной задачей которой является аналитический обзор литературы по поставленной проблеме. Автор должен выделить основные подходы к ее решению и их аргументацию, показать способность к критичному отношению к изложенным позициям. Для этого необходимо провести сравнительный анализ различных точек зрения и подходов, выработать и сформулировать свою позицию по проблеме. Изложение различных точек зрения должно сопровождаться ссылками на источник. В содержании текста должны быть ясно и четко разделены самостоятельная позиция автора реферата и анализируемые им позиции других авторов.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности аспиранта
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (<i>перечислены как дидактические единицы в тематическом плане лекций, разд. 3.2</i>).
Индивидуальные задания на самостоятельную работу	Получение задания. Поиск литературы. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам. Подготовка миниотчета с презентацией.
Реферат	Получение задания у научного руководителя, согласование с преподавателем. Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы, выбор решения, оценка его перспективности. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата (<i>см. разд. 4</i>).
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на вопросы к зачету, конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

**Фонд оценочных средств,
перечень заданий для проведения контроля освоения,
а также методические указания для проведения контроля освоения**

Примеры тестовых заданий (вопросов для самопроверки) по модулю 1

1.

Граничные условия записываются в следующем виде (n – нормальная компонента, τ – тангенциальная компонента):

- $D_{\tau}^I = D_{\tau}^{II}; B_n^I = B_n^{II}; E_{\tau}^I = E_{\tau}^{II}; H_n^I = H_n^{II}$
- $D_{\tau}^I = D_{\tau}^{II}; B_{\tau}^I = B_{\tau}^{II}; E_n^I = E_n^{II}; H_n^I = H_n^{II}$
- $D_n^I = D_n^{II}; B_n^I = B_n^{II}; E_{\tau}^I = E_{\tau}^{II}; H_{\tau}^I = H_{\tau}^{II}$
- $D_n^I = D_n^{II}; B_{\tau}^I = B_{\tau}^{II}; E_n^I = E_n^{II}; H_{\tau}^I = H_{\tau}^{II}$

2.

Поскольку в оптическом диапазоне $\mu = \mu_0$, то можно записать следующее

- $\mathbf{H}^I = \mathbf{H}^{II}; \mathbf{E}^I = \mathbf{E}^{II}$
- $\mathbf{H}^I = \mathbf{H}^{II}; \mathbf{B}^I = \mathbf{B}^{II}$
- $\mathbf{H}^I = \mathbf{H}^{II}; \mathbf{D}^I = \mathbf{D}^{II}$
- $\mathbf{E}^I = \mathbf{E}^{II}; \mathbf{D}^I = \mathbf{D}^{II}$

3.

Поток энергии электромагнитного поля определяется следующим выражением:

- $\mathbf{S} = [\mathbf{H}, \mathbf{E}]$
- $\mathbf{S} = [\mathbf{E}, \mathbf{H}]$
- $\mathbf{S} = [\mathbf{E}, \mathbf{D}]$
- $\mathbf{S} = [\mathbf{B}, \mathbf{D}]$

4.

Обычно, когда говорят, что свет поляризован, имеют в виду

- эллиптическую поляризацию
- круговую поляризацию
- линейную поляризацию
- квадратичную поляризацию

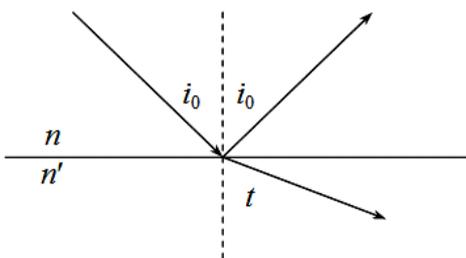
5.

Углы падения и преломления подчиняются соотношению Снеллиуса в случае

- если среда изотропная и неоднородная
- если среда изотропная и однородная
- если среда анизотропная и однородная
- если среда анизотропная и неоднородная

6.

Соотношение Снеллиуса записывается в виде:



- $\sin i_0 / \sin t = n' / n$
- $\sin t / \sin i_0 = n' / n$
- $n' \sin i_0 = n \sin t$
- $\sin i_0 / n = \sin t / n'$

Примеры тестовых заданий (вопросов для самопроверки) по модулю 2

7.

Причина вынужденного Рамановского рассеяния

- оптический эффект Керра
- взаимодействие фотонов с оптическими фононами
- взаимодействие фотонов с акустическими фононами
- многофотонное взаимодействие

8.

Причина вынужденного рассеяния Бриллюэна

- оптический эффект Керра
- взаимодействие фотонов с оптическими фононами
- взаимодействие фотонов с акустическими фононами
- многофотонное взаимодействие

9.

Причина четырехволнового смешения

- оптический эффект Керра
- взаимодействие фотонов с оптическими фононами
- взаимодействие фотонов с акустическими фононами
- многофотонное взаимодействие

10.

Среди всех нелинейностей наименьшую пороговую мощность имеет

- вынужденное рассеяние Рамана
- вынужденное рассеяние Бриллюэна
- фазовая самомодуляция
- фазовая кросс-модуляция

11.

Какой тип потерь возникает за счет индуцированного двулучепреломления?

- PMD
- PDL
- PHB
- ASE

12.

Какой тип потерь является результатом анизотропного насыщения, созданного поляризованным сигналом насыщения, вводимым в эрбиево волокно?

- PMD
- PDL
- PHB
- ASE

13.

Отличие Бриллюэновского рассеяния (SBS) от Рамановского (SRS) заключается в том, что

- при SBS спектр стимулированного излучения узкий (<60 МГц) и смещен в длинноволновую сторону на 10..13 ТГц, а при SRS спектр стимулированного излучения широкий (7 ТГц) и смещен в длинноволновую сторону на 10..11 ТГц
- при SBS спектр стимулированного излучения широкий (7 ТГц) и смещен в длинноволновую сторону на 10..13 ТГц, а при SRS спектр стимулированного излучения узкий (<60 МГц) и смещен в длинноволновую сторону на 10..11 ТГц
- при SBS спектр стимулированного излучения узкий (<60 МГц) и смещен в длинноволновую сторону на 10..11 ТГц, а при SRS спектр стимулированного излучения широкий (7 ТГц) и смещен в длинноволновую сторону на 10..13 ТГц
- при SBS спектр стимулированного излучения широкий (7 ТГц) и смещен в длинноволновую сторону на 10..11 ТГц, а при SRS спектр стимулированного излучения узкий (<60 МГц) и смещен в длинноволновую сторону на 10..13 ТГц

Примеры тестовых заданий (вопросов для самопроверки) по модулю 3

1. Какие процессы лежат в основе генерации радиосигналов в оптическом диапазоне?
 - А. Прямое фотодетектирование
 - Б. Фильтрация
 - В. Балансное фотодетектирование
 - Г. Гетеродинное фотодетектирование
 - Д. Интерференция

2. Чему равна частота сгенерированного радиосигнала ω_{RF} в микроволновом фотонном звене при подаче на его вход двух оптических излучений с частотами ω_1 и ω_2 ?
 - А. $\omega_{RF} = DC = 0$
 - Б. $\omega_{RF} = \omega_1 + \omega_2$
 - В. $\omega_{RF} = \omega_1 - \omega_2$
 - Г. $\omega_{RF} = 2\omega_1 + \omega_2$
 - Д. $\omega_{RF} = \omega_1 - 2\omega_2$

3. Какие методы синхронизации фаз используются для минимизации шумов в радиосигнале, сгенерированном в микроволновом фотонном звене?
 - А. ФАПЧ
 - Б. Внешняя модуляция
 - В. Захват частоты
 - Г. Синхронизация мод
 - Д. Автогенерация

4. При каком положении рабочей точки ММЦ возможна генерация радиосигнала на удвоенной частоте модуляции?
 - А. π
 - Б. $\pi/2$
 - В. $\pi/4$
 - Г. 0
 - Д. $3\pi/4$

5. При каком положении рабочей точки ММЦ возможна генерация радиосигнала на четырехкратной частоте модуляции?
 - А. π
 - Б. $\pi/2$
 - В. $\pi/4$
 - Г. 0
 - Д. $3\pi/4$

6. Какие причины приводят к появлению нелинейных искажений при генерации радиосигналов в микроволновом фотонном звене с использованием амплитудного ММЦ?
 - А. Нестабильность положения рабочей точки ММЦ
 - Б. Нестабильность частоты лазера
 - В. Нестабильность квантового выхода фотоприемника по его площади
 - Г. Хроматическая дисперсия оптического волокна
 - Д. Поляризация лазерного излучения

7. Какие причины приводят к появлению нелинейных искажений при генерации радиосигналов в микроволновом фотонном звене с использованием фазового ММЦ?
 - А. Нестабильность положения рабочей точки ММЦ
 - Б. Нестабильность частоты лазера
 - В. Нестабильность квантового выхода фотоприемника по его площади
 - Г. Хроматическая дисперсия оптического волокна
 - Д. Поляризация лазерного излучения

8. Каковы основные преимущества оптико-электронных автогенераторов радиосигналов?
 - А. Отсутствие ММЦ
 - Б. Отсутствие задающего генератора внешнего радиосигнала
 - В. Наличие эрбиевого усилителя
 - Г. Наличие узкополосного фильтра
 - Д. Отсутствие узкополосного лазера

Вопросы к зачету

1. Уравнения Максвелла и компоненты поля. Вывод соотношений между компонентами поля из уравнений Максвелла.
2. Планарная геометрия. Цилиндрическая геометрия.
3. Волновые уравнения для электромагнитных волн. Методы и средства моделирования.
4. Отражение и преломление электромагнитного поля на плоской границе двух сред. Преломление и отражение на плоской границе раздела сред, полное внутреннее отражение.
5. Радиочастотный диапазон. Падение параллельно-поляризованной плоской волны на границу раздела двух сред. Полное прохождение волны во вторую среду полное отражение от границы раздела двух сред.
6. Две диэлектрические среды. Диэлектрик и идеальный проводник. Падение плоской волны на границу поглощающей среды. Методы и средства моделирования.
7. Оптический диапазон. Закон Снелля. Закон Френеля. Случай перпендикулярного падения волны. Угол Брюстера. Критический угол падения. Сдвиг Гуса-Генхена. Методы и средства моделирования.
8. Рефрактометрические измерения.
9. Распространение и потери радиочастотного излучения в волноводах и полосковых структурах. Свойства плоской волны в однородной изотропной среде. Волны в диэлектриках.
10. Затухание волн. Глубина проникновения. Падение нормально поляризованной плоской волны на границу раздела двух сред. Методы и средства моделирования.
11. Зависимость диэлектрической проницаемости от строения вещества.
12. Поляризуемость и дипольные моменты атомов, ионов, молекул. Резонансная и релаксационная поляризация. Особенности поляризации и диэлектрических потерь в диэлектриках с разной структурой.
13. Теория Дебая для полярных жидкостей. Диэлектрические потери в однородных диэлектриках с релаксационной поляризацией и сквозной проводимостью.
14. Тангенс угла диэлектрических потерь. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Релаксационные потери при одном времени релаксации. Релаксационные потери при наборе времен релаксации.
15. Полосковые устройства и их характеристики. Терагерцовые измерения.
16. Распространение и потери света в волоконных световодах и устройствах интегральной фотоники. Распространение света в световодах на основе лучевой модели.
17. Ступенчатые световоды: числовая апертура межмодовая дисперсия. Распространение света и межмодовая дисперсия в градиентных световодах. Дисперсия материала. Передаточная характеристика световода. Методы и средства моделирования.
18. Адсорбционные потери, поглощение ОН групп, УФ и ИК поглощение.
19. Рэлеевское рассеяние. Потери в световодах, связанные с нерегулярностью структуры. Прочие механизмы потерь. Предельно низкие потери в световодах на основе кварцевого стекла и на основе безкислородных стекол. Методы и средства моделирования.
20. Устройства интегральной фотоники и их характеристики.
21. Методы измерений на пропускание. Анализ измерительных схем СВЧ с использованием направленных графов. Назначение и структура измерительного тракта СВЧ. Измерительный тракт для определения коэффициентов передачи.
22. Преобразователи сигналов и СВЧ-узлы, используемые в измерительных трактах. Измерительная линия. Мостовые методы измерений и измерители полных сопротивлений поляризационного типа.
23. Измерение ослабления на СВЧ. Измерительные аттенюаторы.
24. Измерение фазовых сдвигов на СВЧ.
25. Теория квазиоптических методов. Методы, основанные на прохождении радиоволн. Интерференционные методы.
26. Рефлектометрические методы измерений. Измерительный тракт СВЧ для определения коэффициентов отражения.

27. Принцип разделения волн. Направленные ответвители, применяемые в измерителях параметров рассеяния. Погрешности измерительного тракта и методы его калибровки.
28. Измерители КСВН и ослабления (скалярные анализаторы цепей СВЧ).
29. Измерители комплексных коэффициентов рассеяния (векторные анализаторы цепей СВЧ). Автоматизированные вычислительные анализаторы цепей СВЧ.
30. Теория квазиоптических методов. Методы, основанные на отражении радиоволн.
31. Аналогичные вопросы измерений для оптического диапазона. Рассеяние Рамана и Бриллюэна.
32. Временная и частотная рефлектометрия в радиочастотном диапазоне. Теория резонансных методов (метод малых возмущений). Применение цилиндрических резонаторов для измерения параметров вещества. Применение прямоугольных резонаторов для измерения параметров вещества. Применение коаксиальных резонаторов для измерения параметров вещества.
33. Резонаторы, полностью заполненные диэлектриком. Метод полного заполнения сечения волновода. Метод вариации толщины образца. Метод «бесконечного» слоя. Метод частичного заполнения сечения волновода. Использование волноводных мостов.
34. Временная и частотная рефлектометрия в оптическом диапазоне.
35. Оптическая рефлектометрия во временной области. Традиционная рефлектометрия. Слабокорреляционная рефлектометрия. Рефлектометрия на основе счета фотонов.
36. Оптическая рефлектометрия в частотной области. Частотная рефлектометрия с синтезом функции когерентности. Частотная рефлектометрия со сканированием частоты. Поляризационная рефлектометрия.
37. Бриллюэновская и рамановская рефлектометрия.
38. Методы записи Брэгговских решеток и их характеристики. Методы записи длинопериодных решеток и их характеристики. Методы и средства моделирования.
39. Полигармонические методы измерений. Исследование информационной структуры двухчастотных сигналов (ДС). Исследование методов и устройств формирования ДС. Метод Ильина-Морозова.
40. Метрологические характеристики устройств формирования ДС.
41. Исследование систем контроля параметров атмосферы.
42. Исследования систем прецизионной спектроскопии решеток Брэгга.
43. Исследование полностью оптических систем для измерения радиочастот СВЧ-диапазона.
44. Приложение ДС для контроля в СВЧ-диапазоне. Измерение диэлектрической проницаемости веществ и материалов.
45. Измерение частоты и амплитуды сигнала методом двухчастотного гетеродина.
46. Измерение дисперсии в средах методом оценки фазы огибающей двухчастотного сигнала.
47. Полигармоническое измерение диэлектрических характеристик веществ и материалов (микроволновые технологии). Метод полигармонического измерения диэлектрических характеристик с использованием двух двухчастотных излучений с разными средними и разностными частотами.
48. Метод вариации разностной частоты.
49. Метод полигармонического измерения диэлектрических характеристик с использованием четырехчастотного излучения с одинаковыми средними и разностными частотами.
50. Фильтрационная последдетекторная обработка сигналов. Додетекторное фильтрационное физическое разделение волн.
51. Квазиоптические методы измерений. Решетки Брэгга на коаксиальном кабеле как датчики физических величин и диэлектрических характеристик веществ и материалов.
52. Полигармоническое измерение параметров физических полей (волоконно-оптические сенсоры). Системы оптической связи. Методы спектрального уплотнения (WDM) для построения сенсорных сетей. Сенсорные системы.
53. Волоконно-оптические датчики структурного мониторинга.
54. Методы управления лазерным излучением, приема и обработки информации в телекоммуникационных и сенсорных волоконно-оптических системах. Методы и средства моделирования.
55. Двухчастотный анализ характеристик волоконно-оптических решеток Брэгга.
56. Двухчастотный рефлектометр Бриллюэновского и Рамановского рассеяния.
57. Радиофотонные системы измерений. Радиофотоника.

58. Системы оптической генерации радиочастотных сигналов; комбинированной генерации полигармонических оптических сигналов с радиочастотными компонентами.
59. Системы линейной обработки радиочастотных сигналов в оптической области, в том числе фильтрации и измерительного преобразования.
60. Элементная база для реализации амплитудно-фазовой модуляции в оптическом диапазоне и перспективы развития систем радиофотоники.
61. Вопросы построения систем формирования диаграмм направленности в антенно-фидерных устройствах, оптического аналого-цифрового преобразования, генерации импульсных сигналов и сигналов произвольной формы
62. Вопросы построения систем типа «радио-по-волокну», бриллюэновской обработки радиосигналов.

Методические указания для проведения контроля освоения

Первая промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет) осуществляется в виде теста для оценки уровня освоения аспирантом дисциплины. Формирование оценки промежуточной аттестации освоения дисциплины (зачет) зависит от уровня освоения компетенций, которые обучаемый обязан освоить по данной дисциплине. Связь между итоговой оценкой и уровнем освоения заданных компетенций представлена в табл. 1.

Таблица 1

Словесное выражение	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций
Зачтено	Освоен пороговый уровень компетенций ОПК-4, ПК-2 и ПК-3 для модуля 1
Незачтено	Не освоен пороговый уровень компетенций ОПК-4, ПК-2 и ПК-3 для модуля 1

Текущий контроль во втором семестре освоения дисциплины осуществляется в виде тестов текущего контроля по Модулю 2.

Тестирование ставит целью оценить (Таблица 2) пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов по Модулю 2, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Таблица 2

Раздел	Количество вопросов, шт.	Количество верных ответов, %	Словесное выражение
Модуль 2	30	>50	Зачтено

Вторая промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет) осуществляется в виде теста для оценки уровня освоения аспирантом дисциплины. Формирование оценки промежуточной аттестации освоения дисциплины (зачет) зависит от уровня освоения компетенций, которые обучаемый обязан освоить по данной дисциплине. Связь между итоговой оценкой и уровнем освоения заданных компетенций представлена в табл. 3.

Таблица 3

Словесное выражение	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций
Зачтено	Освоен пороговый уровень компетенций ОПК-4, ПК-2 и ПК-3 для модулей 2-3
Незачтено	Не освоен пороговый уровень компетенций ОПК-4, ПК-2 и ПК-3 для модулей 2-3

К зачету допускаются аспиранты, присутствовавшие на всех лекциях, выполнившие все домашние задания и сдавшие реферат.

Зачет проводится в форме электронного тестирования (или собеседования)

Зачет проставляется аспиранту, получившему при тестировании (собеседовании) оценку «отлично» (при тестировании более 90% правильных ответов) или «хорошо» (при тестировании более 75% правильных ответов). Аспирант, получивший оценки «удовлетворительно» (при тестировании более 50% правильных ответов) или «неудовлетворительно» (при тестировании менее 50% правильных ответов), повторно сдает зачет в сроки, установленные локальными актами КНИТУ-КАИ.

Ориентировочный список тем рефератов

Темы рефератов для аспирантов, диссертация которых косвенно касается волоконной оптики

1. Волоконная оптика: физические основы.
2. Волоконно-оптические сенсорные сети и системы.
3. Волоконно-оптические датчики.
4. Волоконные брэгговские решетки и их применение в сенсорных системах.
5. Нелинейные явления в волоконной оптике.
6. Применение нелинейных явлений в волоконно-оптических сенсорных системах.
7. Системы интеррогации в волоконно-оптических сенсорных системах.

Темы рефератов для аспирантов, диссертация которых прямо касается волоконной оптики

8. Анализ распространения излучения в одномодовом волокне.
9. Анализ распространения излучения в маломодовом волокне.
10. Анализ распространения излучения в многомодовом волокне.
11. Моделирование процесса возбуждения рассеяния Рэлея в оптическом волокне.
12. Моделирование процесса возбуждения рассеяния Манделъштама-Бриллюэна в оптическом волокне.
13. Моделирование процесса возбуждения рассеяния Рамана в оптическом волокне.
14. Моделирование волоконной брэгговской решетки для сенсорных систем.
15. Моделирование длинно-периодной волоконной решетки для сенсорных систем.
16. Моделирование многоканальной сенсорной системы с волновым уплотнением.
17. Тема по предложению аспиранта, согласованная с его руководителем.

Темы рефератов для аспирантов, диссертация которых косвенно касается микроволновой техники

18. СВЧ-измерения: физические основы.
19. Микроволновые сенсорные сети и системы.
20. Микроволновые резонаторы как датчики.
21. Коаксиальные брэгговские решетки и их применение в сенсорных системах.
22. Диэлектрическая проницаемость и методы ее измерения.
23. Измерение физических величин СВЧ-методами.

Темы рефератов для аспирантов, диссертация которых прямо касается микроволновой техники

24. Моделирование и исследование характеристик фотонных генераторов радиосигналов.
25. Моделирование и исследование характеристик измерителей мгновенной частоты радиосигналов.
26. Моделирование и исследование устройств определения характеристик волоконных решеток Брэгга.
27. Моделирование и исследование устройств определения характеристик контура усиления Манделъштама-Бриллюэна.
28. Моделирование и исследование характеристик систем «радио-по-волокну».
29. Моделирование коаксиальной брэгговской решетки для сенсорных систем контроля физических полей.
30. Моделирование коаксиальной брэгговской решетки для измерения ДП.
31. Моделирование сложных брэгговских коаксиальных структур.
32. Тема по предложению аспиранта, согласованная с его руководителем.

Образец оформления титульного листа реферата

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ)

Реферат по дисциплине

«Современные проблемы микроволновых измерений
и волоконно-оптических сенсорных систем»

Тема: _____

Выполнил аспирант кафедры

Ф.И.О. (полностью)

Научный руководитель
