

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.
2015
м.п.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.2 ДИФРАКЦИОННАЯ ОПТИКА

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

Профиль (направленность) 05.11.07 – ОПТИЧЕСКИЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И КОМПЛЕКСЫ

Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения очная

Выпускающая кафедра ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Кафедра-разработчик рабочей программы ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

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

Казань 2015

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) 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Составитель рабочей программы:

докт.техн.наук, профессор



(подпись)

11.06.2015г.

(дата)

Павлычева Н.К.

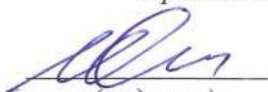
(ФИО)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Протокол № 10 от 17.06.2015 г.

зав. кафедрой-разработчика



(подпись)

17.06.2015 г.

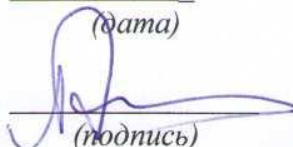
(дата)

Раковец С.В.

(ФИО)

Декан факультета

(на котором осуществляется обучение)



(подпись)

19.06.2015г.

Ференец А.В.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой



(подпись)

17.06.2015 г.

(дата)

Раковец С.В.

(ФИО)

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-3	владение методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере	Знать: задачи моделирования процессов распространения излучения в дифракционных оптических элементах с целью анализа и оптимизации их параметров Уметь: самостоятельно осуществлять моделирование процессов распространения излучения в дифракционных оптических элементах с целью анализа и оптимизации их параметров Владеть: методами и средствами математического и компьютерного моделирования процессов распространения излучения в дифракционных оптических элементах с целью анализа и оптимизации их параметров
ОПК-4	способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	Знать: приёмы постановки целей и задач научных экспериментальных исследований; методики проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа результатов 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 Владеть: опытом организации и проведения экспериментальных исследований в области дифракционной оптики (по теме диссертации); презентации результатов научного исследования и ведения научной дискуссии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина *Дифракционная оптика* 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 2 зачетных единицы (ЗЕТ), 72 академических часа.

Таблица 2.

Объём дисциплины по видам учебных занятий

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	36	2	18	0,5	18	0,5
Практические (ПЗ)						
Лабораторные работы (ЛР)	18	0,5			18	0,5
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			

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 3.

№ 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	Дифракция и интерференция света.	4			4	8
	1.2	Основы голографии.	4		4	4	12
	1.3	Свойства физических голограммных элементов.	4			4	8
	1.4	Свойства синтезированных голограммных элементов.	4		4	4	12
2	2.1	Голограммные оптические элементы в оптико-электронных приборах и комплексах.	4			4	8

	2.2	Методы расчета оптических схем на основе вогнутых голограммных дифракционных решеток.	4		4	4	12
	2.3	Программное обеспечение расчетов	4			4	8
	2.4	Дифракционная эффективность голограммных оптических элементов	4		4	4	12
	2.5	Современные и перспективные спектроналитические приборы и комплексы.	4		2	4	10
ИТОГО:			36		18	36	90

3.2. Содержание дисциплины Лекционный курс

Таблица 4.

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	Тема 1.1. Дифракция и интерференция света. Свойства когерентных полей. Сложение когерентных волн. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Частично-когерентный свет.	4
2	1.2	Тема 1.2. Основы голографии. Голография Френеля. Голограммы Фраунгофера. Голография Фурье.	4
3	1.3	Тема 1.3. Свойства физических голограммных элементов. Формирование опорного и объектного пучков. Мультиплексные голограммы. Голограмма Денисюка. Голограмма Лейта. Объемные голограммы. Поляризационные голограммы. Физический голограммный растр.	4
4	1.4	Тема 1.4. Свойства синтезированных голограммных элементов. Изготовление и контроль синтезированных голограммных элементов. Моделирование aberrаций с помощью синтезированных голограммных элементов. Синтезированный голограммный растр.	4
5	2.1	Тема 2.1. Голограммные оптические элементы в оптико-электронных приборах и комплексах. Голограммные дифракционные решетки. Нарезные неклассические дифракционные решетки. Notch-фильтры. Решетки - поляризаторы. Контроль асферических оптических деталей.	4
6	2.2	Тема 2.2. Методы расчета оптических схем на основе вогнутых голограммных дифракционных решеток. Абберационная функция вогнутой голограммной дифракционной решетки. Спектрограф с плоским полем. Монохроматор с простым вращением. Спектрограф с расширенным спектральным диапазоном. Схемы записи голограммных дифракционных решеток.	4
7	2.3	Тема 2.3. Программное обеспечение расчетов оптических систем с голограммными оптическими элементами. Методы и средства моделирования. Пакеты прикладных программ OPAL, ZEMAX, Квант-СП. Способы задания дифракционных элементов различных типов.	4
8	2.4	Тема 2.4. Дифракционная эффективность голограммных оптических элементов. Оценка дифракционной эффективности отражательных и пропускающих дифракционных решеток. Методы и средства моделирования.	4

9	2.5	Тема 2.5. Современные и перспективные спектроаналитические приборы и комплексы. Спектральные приборы с плоскими голограммными дифракционными решетками. Спектральные приборы с вогнутыми голограммными дифракционными решетками. Системы оптической связи.	4
Итого:			36

Лабораторные работы

Таблица 5.

№ занятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.3	Изучение свойств узкополосного голограммного Notch-фильтра. Физический эксперимент.	4
2	1.3, 1.4	Сравнение свойств физического голограммного растра с синтезированным голограммным растром. Физический эксперимент.	4
3	2.2	Габаритный расчет спектрографа с плоским полем. Моделирование в среде Квант-СП. Компьютерный эксперимент.	4
4	2.3	Аберрационный расчет спектрографа с плоским полем. Моделирование в среде Квант-СП. Компьютерный эксперимент.	4
5	1.3-1.4, 2.3, 2.5	Итоговое занятие. Анализ физических и компьютерных экспериментов.	2
ИТОГО:			18

Самостоятельная работа аспиранта

Таблица 6.

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы аспиранта и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1.1-1.4, 2.1-2.5	1	Проработка конспекта лекций	15
	2	Работа с информационными ресурсами	8
	3	Изучение материала для самостоятельной проработки	7
	4	Выполнение заданий по предварительной подготовке к лабораторным работам	6
	5	Написание реферата по дисциплине	18
ВСЕГО ЧАСОВ:			54

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

Самостоятельная работа аспиранта по курсу «Дифракционная оптика» представляет собой

- углубленное изучение тем курса лекций;
- подготовку и выполнение предварительных заданий для лабораторных исследований;
- реферативный обзор вопросов, выносимых на самостоятельную проработку;
- написание реферата по конкретной проблеме дифракционной оптики.

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. Предварительные задания для выполнения лабораторных исследований указываются в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. При этом подразумевается, что аспирант владеет программными пакетами и средами MatLab, MathCad, программа обработки результатов измерений «Sirius-W», OPAL, ZEMAX, Квант-СП. В случае слабого уровня знаний по указанным программным пакетам и средам необходимо их освоить самостоятельно или под руководством преподавателя. По рекомендации и под руководством преподавателя аспирант составляет реферативный обзор предложенных вопросов по литературе, имеющейся в свободном Интернет-доступе и на кафедре оптико-электронных систем:

1. **Беляков Ю.М., Павлычева Н.К.** Спектральные приборы. Учебное пособие. Казань: Изд. Казан. гос. тех. университета, 2007. 204 с.. КНИТУ-КАИ– 67 экз.
2. Основы дифракционной оптики и голографии: Учебное пособие /И.Г. Вендеревская, А.В.Лукин, А.Н. Мельников и др./Под ред. Н.К.Павлычевой. – Казань:Изд-во Казан. техн. ун-та, 2011. -188 с. КНИТУ-КАИ - 63 экз.
3. Оптические материалы и технологии: Учебное пособие/Беляков Ю.М., Гайнутдинов И.С., Лукин А.В., Мельников А.Н. и др./Под ред. Н.К.Павлычевой. – Казань:Изд-во Казан. техн. ун-та, 2008. -484 с. КНИТУ-КАИ - 105 экз.
4. **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.

Реферат по дифракционной оптике 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 оптико-электронных систем.

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 дифракционной 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 элементами проблемной ситуации, лекция-встреча с представителем российской научной общественности.

Лабораторные работы проводятся в интерактивной форме – работа в малых исследовательских группах, коллективное решение творческих задач.

Для внеаудиторной проработки самостоятельного задания аспирантам также предлагается кооперация в малые 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
3	Лекция №2. Основы голографии.	Лекция-беседа	2
	Лекция №3. Свойства физических голограммных элементов.	Лекция-беседа	2
	Лекция №8. Схемы записи голограммных дифракционных решеток.	Лекция с элементами проблемной ситуации	2
	Лекция №9. Современные и перспективные спектроаналитические приборы и комплексы.	Лекция-встреча с представителем российской научной общественности	2
	Лабораторная работа №1. Изучение свойств узкополосного голограммного Notch-фильтра.	Работа в малых исследовательских группах	4
	Лабораторная работа №2. Сравнение свойств физического голограммного растра с синтезированным голограммным растром.	Работа в малых исследовательских группах	4
	Лабораторная работа №3. Габаритный расчет спектрографа с плоским полем.	Работа в малых исследовательских группах	4
	Лабораторная работа №4. Аберрационный расчет спектрографа с плоским полем.	Работа в малых исследовательских группах	4
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 лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- тестирование после окончания Модуля 1
- тестирование 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 дифракционной оптикой 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	Беляков Ю.М., Павлычева Н.К. Спектральные приборы. Учебное пособие. Казань: Изд. Казан.гос.тех.университета, 2007. 204 с. ISBN 978-5-7579-1048-2	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	67
2	Основы дифракционной оптики и голографии: Учебное пособие /И.Г. Вендеревская, А.В.Лукин, А.Н. Мельников и др./Под ред. Н.К.Павлычевой. – Казань:Изд-во Казан. техн. ун-та, 2011. -188 с. ISBN 987-5-7579-1623-1	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	63
3	Оптические материалы и технологии: Учебное пособие/Беляков Ю.М., Гайнутдинов И.С., Лукин А.В., Мельников А.Н. и др./Под ред. Н.К.Павлычевой. – Казань:Изд-во Казан. техн. ун-та, 2008. -484 с. ISBN 978-5-7579-1099-4	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	105

Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1	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	20

Методические указания и материалы

№ п/п	Лабораторные практикумы, методические указания, учебно-методические пособия (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1	Беляков Ю.М., Павлычева Н.К. Спектральные приборы. Учебное пособие. Казань: Изд. Казан.гос.тех.университета, 2007. 204 с. ISBN 978-5-7579-1048-2 (лабораторный практикум стр. 149-198)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	67

Интернет-источники

1. Подборка книг по дифракционной оптике Доступ:
<http://www.optdesign.narod.ru/book.htm>

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, OPAL, ZEMAX, Квант-СП.
4. Компьютерное тестирование.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:
 - комплект электронных презентаций/слайдов,
 - аудитория №405 кафедры Оптико-электронных систем, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
 - компьютер/ноутбук с выходом в Интернет для просмотра видеоматериала из сети.
2. Лабораторные работы:
 - аудитория №306 кафедры Оптико-электронных систем (*Лаборатория оптических методов и приборов для научных исследований*), оснащенная следующим оборудованием:
 - Эмиссионный спектроанализатор на базе малогабаритного спектрографа «Сириус»;
 - монохроматор МДР-2;
 - рефрактометр ИРФ-454Б;
 - рефрактометр ИРФ-456 (Карат-МТ)
 - круговой поляриметр СМ-5;
 - автоматический поляриметр «ПИКС»;
 - двухлучевой спектрофотометр с двойным монохроматором UV-2550РС фирмы Шимадзу с интегрирующей сферой;
 - автоматизированный спектрометрический комплекс для исследования спектральных свойств объектов в диапазоне длин волн 200 — 25 000 нм предназна-

чен для проведения исследований спектров поглощения, отражения и флуоресценции в широком спектральном диапазоне.

- аудитория №309а кафедры Оптико-электронных систем (*Лаборатория макетирования оптических систем*), оснащенная спектрометрическим комплексом ОКБ «СПЕКТР» и комплектом оптико-механического оборудования для макетирования оптических систем;
- аудитория №207 кафедры Оптико-электронных систем, компьютерный класс с компьютерами, объединенными в сеть с рабочим местом преподавателя, с установленным программным обеспечением MatLab, MathCad, OPAL, ZEMAX, Квант-СП;
- шаблоны отчетов по лабораторным работам;
- Комплект дифракционных оптических элементов.

3. 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).

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Дифракционная оптика» является частью вариативных дисциплин блока 1 по выбору аспирантов по направлению подготовки 12.06.01 – Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии. Дисциплина реализуется в институте АЭП кафедрой оптико-электронных систем.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных компетенций выпускника:

ОПК-3: владение методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с научно-исследовательской деятельностью в области волоконной оптики, включая ее физические основы, разновидности волокна и их характеристики, создания различных элементов на основе оптического волокна, исследование линейных и нелинейных эффектов в нем, разработку оптических систем связи и измерений, регистрации и обработки информации, разработку, модернизацию и создание волоконно-оптических приборов и комплексов.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 часов), лабораторные (18 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 лабораторных работ;
- 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 лабораторным работам, их оформление;

- 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 “Дифракционная оптика” осуществляется в форме аудиторных занятий под руководством преподавателя и самостоятельной подготовки аспирантов. Основными видами аудиторных занятий по изучению данной дисциплины являются: лекции, лабораторные занятия, 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.

Необходимо помнить, что часть аудиторных занятий лабораторные, поэтому на них будет рассматриваться лишь часть теоретического учебного материала. Остальная его часть обязательно должна быть изучена в процессе самостоятельной работы перед проведением аудиторных занятий. В связи с этим 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 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 разобратся 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.

При подготовке к очередной лабораторной работе аспирантам необходимо по основной литературе или методическим указаниям к работе изучить теоретический материал работы. Перед выполнением работы пройти краткий тест в соответствии с указаниями к данной работе. В случае возникновения затруднений необходимо обращаться к преподавателю. Выполнив моделирование, расчеты и анализ, аспирант должен проанализировать окончательные результаты и убедиться в их достоверности. Отчет по лабораторной работе должен содержать: цель работы; схемы измерений; описание хода выполнения работы; модели; результаты измерений, расчетные данные и графические зависимости (при их наличии), сопровождающиеся необходимыми комментариями; результаты работы и выводы; анализ и обобщение полученных результатов, выводы по работе.

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 литера-

туре 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; помечать 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.
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.
Лабораторная работа	Изучение методических указаний к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Дифракционная оптика».
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. В чем состоят различия между фотографией объекта и его голограммой?
2. Что представляет собой физический голограммный «наложенный» линзовый растр? В чем состоят принципы его получения?
3. Опишите синтезированный голограммный растр. Какие существуют технологические способы его изготовления?
4. В чем состоит принципиальное отличие между физическим и синтезированным голограммными растрами? Какими техническими преимуществами и недостатками обладают рассматриваемые виды растров по отношению друг к другу?
5. В каких областях техники и технологии используются физические и синтезированные голограммные растры? Можно ли расширить их области применения? Если можно, то за счет каких их свойств?

Примеры тестовых заданий (вопросов для самопроверки) по модулю 2

1. Линейная и угловая дисперсии связаны следующим соотношением

•А)
$$\frac{dl}{d\lambda} = \frac{f'_2}{\cos \sigma} \frac{d\theta}{d\lambda}$$

Б)
$$\frac{dl}{d\lambda} = \frac{d\theta}{d\lambda} f'_2$$

В)
$$\frac{dl}{d\lambda} = \frac{\cos \sigma}{f'_2} \frac{d\theta}{d\lambda}$$

2. Нормальная ширина щели это

- А) ширина щели, изображение которой соответствует критерию Рэля для безаберрационной оптической системы;
 - Б) ширина щели, изображение которой менее ширины, соответствующей критерию Рэля для безаберрационной оптической системы;
 - В) ширина щели, изображение которой соответствует пределу разрешения оптической системы.
3. Какое из соотношений называют уравнением отражательной дифракционной решетки:
- А) $\sin\varphi + \sin\varphi' = k\lambda N$
 - Б) $\sin\varphi - \sin\varphi' = k\lambda N$
 - В) $\sin\varphi + \sin\varphi' = -k\lambda N$
4. Как называют профилированные дифракционные решетки для ИК области?
- А) Эшелле.
 - Б) Эшеллеты.
 - В) Ламинарные решетки.
5. В каком случае фокальная поверхность спектрографа является плоской?
- А) Если дифракционная решетка расположена на расстоянии $0,85 f_2$ от камерного зеркала.
 - Б) Если дифракционная решетка расположена вблизи центра кривизны камерного зеркала.
 - В) Если дифракционная решетка расположена вблизи фокуса камерного зеркала.

Вопросы к зачету

1. Что представляет собой Notch-фильтр? Каков физический принцип его работы?
2. В каких областях науки и техники применяются Notch-фильтры?
3. Каким образом защищают Notch-фильтр от механических и климатических воздействий?
4. Какие параметры определяют значение рабочей длины волны Notch-фильтр?
5. Проанализируйте типовую спектральную характеристику Notch-фильтра.
6. Спектральный прибор имеет дисперсию 2 мм/нм. Какой минимальный спектральный интервал может быть разрешен с помощью этого прибора, если ширина его аппаратной функции 0,02 мм?
7. Как зависит частота штрихов голограммной дифракционной решетки от углов голографирования?
8. Какие оптические материалы используются при работе в спектральном диапазоне 8-12 мкм?
9. Какой вид рассеяния имеет место, если радиус рассеивающей частицы значительно меньше длины волны излучения?
 10. Какое действие на излучение оказывает Notch-фильтр?
 11. Тенденции развития спектрального приборостроения.
 12. Системы регистрации спектральных приборов.
 13. В чем заключаются преимущества голографической интерферометрии?
14. Классификация оптических методов и приборов. Области применения.
15. Основные характеристики спектральных приборов.
16. Диспергирующие устройства и их свойства. Спектральная призма. Плоская отражательная дифракционная решетка. Профилированные дифракционные решетки. Разрешающая способность дифракционной решетки.
17. Диспергирующие системы со скрещенной дисперсией.

18. Неклассические нарезные дифракционные решетки. Голограммные дифракционные решетки.
19. Принципиальные оптические схемы спектральных приборов. Спектрографы: Основные характеристики. Особенности коррекции aberrаций. Зеркальные спектрографы с плоскими дифракционными решетками. Спектрографы со скрещенной дисперсией.
20. Монохроматоры. Основные характеристики. Требования к коррекции aberrаций. Зеркальные монохроматоры. Двойные монохроматоры со сложением и вычитанием дисперсий.
21. Приборы с вогнутыми дифракционными решетками. Aberrации и разрешающая способность вогнутой решетки. Спектрографы с фокусировкой на круге Роуанда. Спектрографы с установкой Водсворта. Монохроматоры со сферической решеткой - схемы нормального падения, Сейя-Намиока, Игля, Онако. Асферическая вогнутая решетка. Схемы скользящего падения.
22. Приборы с вогнутыми неклассическими дифракционными решетками (ВНДР) Aberrационная (характеристическая) функция ВНДР. Типы ВНДР. Методы расчета оптических схем с ВНДР. Спектрограф с плоским полем. Монохроматор с простым вращением. ВНДР второго поколения - голограммные решетки, записанные в негомоцентрических пучках.
23. Источники излучения: дуга, искра, пламена, плазмотрон, атомизаторы, лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазерное возбуждение. Спектральная щель. Осветительные системы. Системы регистрации.
24. Интерференционные приборы и приборы с интерференционной и растровой модуляцией.
25. Спектры веществ - атомарные и молекулярные спектры. Методы спектрального анализа. Эмиссионный анализ. Атомно-абсорбционный анализ. Анализ спектров комбинационного рассеяния. Флуоресцентный (люминисцентный) анализ. Лазерная спектроскопия.
26. Системы фотометрических величин и единицы их измерения. Принципы построения визуальных и объективных фотометров. Измерение основных фотометрических величин.
27. Основы колориметрии. Колориметрические методы исследований. Колориметры.
28. Рефрактометрические методы. Рефрактометры.
29. Интерференция света. Оптические схемы и особенности основных типов интерферометров.
30. Голографическая интерферометрия. Практическое применение интерферометрии.
31. Поляризация света. Установки и приборы для измерения состояния поляризации.

Методические указания для проведения контроля освоения

Текущий контроль освоения дисциплины осуществляется в виде тестов текущего контроля по Модулю 1 и Модулю 2.

Тестирование ставит целью оценить (Таблица 1) пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов по Модулю 1 и Модулю 2, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Таблица 1

Раздел	Количество вопросов, шт.	Количество верных ответов, %	Словесное выражение
Модуль 1	30	>50	Зачтено
Модуль 2	30	>50	Зачтено

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. 2.

Таблица 2

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

К зачету допускаются аспиранты, присутствовавшие на всех лекциях, выполнившие все лабораторные работы 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 дифракционной оптики

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

Темы рефератов для аспирантов, диссертация которых прямо касается дифракционной оптики

1. Методы расчета голограммных дифракционных решеток.
2. Габаритный расчет оптической схемы спектрографа.
3. Габаритный расчет оптической схемы монохроматора.
4. Абберационный расчет оптической схемы спектрографа.
5. Абберационный расчет оптической схемы монохроматора.
6. Компьютерное моделирование оптической схемы спектрографа.
7. Компьютерное моделирование оптической схемы монохроматора.
8. Приемно-регистрирующие системы спектральных приборов.
9. Анализаторы спектров.
10. Дифракционные оптические элементы.
11. Дифракционные решетки.
12. Дифракционные спектральные приборы.
13. Области применения дифракционных спектральных приборов.
14. Физические голограммы.
15. Синтезированные голограммы.
16. Решетки-поляризаторы.
17. 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**«Дифракционная оптика»**

Тема: _____

Выполнил аспирант кафедры
_____Ф.И.О. (полностью)
_____Научный руководитель
_____Казань
20__

