



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра радиопизики и радиоэлектроники



Декан ~~Буднев Н.М.~~

«02» апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины **ФТД.02 Дополнительные разделы оптики**

Направление подготовки **03.03.03 Радиопизика**

Направленность (профиль) подготовки **Радиоинжиниринг и телекоммуникации**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 49 от «26» марта 2025 г.

Председатель ~~Буднев Н.М.~~

Рекомендовано кафедрой радиопизики и радиоэлектроники:

Протокол № 8 от «24» февраля 2025 г.

И.О. зав. кафедрой ~~Колесник С.Н.~~

Иркутск 2025 г.

Содержание

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	4
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	5
4.3. Содержание учебного материала	6
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	6
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	8
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	8
4.5. Примерная тематика курсовых работ	9
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	10
6.2. Программное обеспечение:	10
6.3. Технические и электронные средства:	10
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	10
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	10

І. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Дополнительные разделы оптики» является факультативной дисциплиной. Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплины «Колебания и волны. Оптика» и служит основой для освоения дисциплин, связанных с проектированием, расчетом и эксплуатацией современных оптических элементов, систем и устройств на их основе. Основное внимание в программе дисциплины уделяется вопросам применения когерентной оптики и лазерной физики, а именно методам записи и обработки оптической информации. Дисциплина изучается в 8 семестре четвертого курса и ее **главной целью** является обеспечение студентов предметными знаниями, умениями и навыками в области математических и естественнонаучных сфер знаний, связанных с одним из основных направлений современной когерентной оптики и лазерной физики – Фурье-оптики и оптической обработки информации.

ІІ. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Курс «Дополнительные разделы оптики» является одним из основных в современной подготовке бакалавров по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

Курс базируется на следующих дисциплинах: «Колебания и волны. Оптика», «Электричество и магнетизм», «Электродинамика», «Математический анализ», «Теория функций комплексного переменного».

Курс является основой для дальнейшего изучения следующих курсов: «Волоконно-оптические линии связи», а также ВКР для бакалавров, специализирующихся в области оптической и цифровой обработки сигналов.

ІІІ. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки **03.03.03 Радиофизика**.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 <i>Способность использовать физико-математические знания в сфере своей профессиональной деятельности</i>	ИДК ПК-1.1 <i>Применяет физико-математический аппарат в сфере своей профессиональной деятельности</i>	Знать: физические основы современной Фурье-оптики и оптической обработки информации и голографии Уметь: понимать, излагать и критически анализировать основные положения теории оптических систем, базирующихся на Фурье преобразованиях световых полей и голографических методах записи информации Владеть: методами Фурье-оптики для теоретического анализа дифракционного распространения оптических полей и их преобразования оптическими системами

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов

Форма промежуточной аттестации: зачет

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Одномерные и двухмерные преобразования Фурье	7	8,1		2	2	0,1	4	Разноуровневые задачи и задания
2	Спектральные разложения в оптике.		8,1		2	2	0,1	4	
3	Преобразование Фурье в дифракционных задачах.		8,1		2	2	0,1	4	
4	Дифракционная теория формирования изображений линзовыми системами		8,1		2	2	0,1	4	
5	Физические основы оптической голографии.		9,2		2	2	0,2	5	
6	Типы оптических голограмм		9,2		2	2	0,2	5	
7	Применение методов голографии		13,2		4	4	0,2	5	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения (неделя семестра)	Трудоемкость (час.)		
7	Одномерные и двумерные преобразования Фурье	Решение задач	1	4	Разноуровневые задачи и задания	Чумак В.В. Волновая оптика в примерах и задачах Учебное пособие
	Спектральные разложения в оптике.		2-3	4		
	Преобразование Фурье в дифракционных задачах.		4	4		
	Дифракционная теория формирования изображений линзовыми системами		5-6	4		
	Физические основы оптической голографии.		7-8	5		
	Типы оптических голограмм		9	5		
	Применение методов голографии		10-11	5		
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				31		

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1. Одномерные и двумерные преобразования Фурье. Свойства и теоремы Фурье преобразования. Используемые в оптике функции и их Фурье образы.

Тема 2. Спектральные разложения в оптике. Спектральные амплитуды. Фурье-анализ и Фурье-синтез в оптике. Комплексная запись интеграла Фурье. Спектры модулированных волн, импульсных последовательностей и уединенных импульсов. Спектральная плотность мощности. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра.

Тема 3. Преобразование Фурье в дифракционных задачах. Пространственно-модулированная волна, спектр пространственных частот, разложение пучка по плоским волнам, угловой спектр. Дифракция света на двумерных объектах, физика дифракции на щели, дифракция плоской волны на прямоугольном отверстии. Дифракция Гауссова пучка. Дифракция Фраунгофера на круглой апертуре. Разрешающая способность оптических приборов

Тема 4. Дифракционная теория формирования изображений линзовыми системами. Роль дифракции в приборах, формирующих изображение: линзе, телескопе, микроскопе. Функция пропускания линзы, свойство линзы выполнять преобразование Фурье. Частотный анализ изображающих оптических систем. Пространственная фильтрация и оптическая обработка информации.

Тема 5. Физические основы оптической голографии. Уравнение голограммы, оператор Габоора. Схема записи голограмм. Схема восстановления объектного волнового поля с голограммы. Свойства голограмм.

Тема 6. Типы оптических голограмм. Голограммы Френеля. Голограммы Фурье. Голография сфокусированного изображения. Голограммы Денисюка. Радужные голограммы.

Тема 7. Применение методов голографии. Цифровая оптическая голография. Голографическая интерферометрия.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	I	Одномерные и двумерные преобразования Фурье. Свойства и теоремы Фурье-преобразования.	1		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1
2	I	Используемые в оптике функции и их Фурье образы.	1		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1
3	II	Спектральные разложения в оптике. Спектральные амплитуды. Фурье-анализ и Фурье-синтез в оптике. Комплексная запись интеграла Фурье.	1		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1
4	II	Спектры модулированных волн, импульсных последовательностей и уединенных импульсов.	1		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1

		Спектральная плотность мощности. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра				
5	III	Преобразование Фурье в дифракционных задачах. Пространственно-модулированная волна, спектр пространственных частот, разложение пучка по плоским волнам, угловой спектр.	0,5		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1
6	III	Дифракция света на двумерных объектах, физика дифракции на щели, дифракция плоской волны на прямоугольном отверстии.	0,5		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1
7	III	Дифракция Гауссова пучка. Дифракция Фраунгофера на круглой апертуре. Разрешающая способность оптических приборов	1		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1
8	IV	Дифракционная теория формирования изображений линзовыми системами. Роль дифракции в приборах, формирующих изображение: линзе, телескопе, микроскопе.	1		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1
9	IV	Функция пропускания линзы, свойство линзы выполнять преобразование Фурье. Частотный анализ изображающих оптических систем. Пространственная фильтрация и оптическая обработка информации.	0,5		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1
10	IV	Пространственная фильтрация и оптическая обработка информации. Экспериментальное задание «Эксперимент Аббе-Портера»	0,5		Качественные экспериментальные задания	ПК-1
11	V	Физические основы оптической голографии. Уравнение голограммы, оператор Габора.	0,5		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1
12	V	Схема записи голограмм. Схема восстановления объектного волнового поля с голограммы.	0,5		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1
13	V	Свойства голограмм. Голограмма плоских волн. Голограмма точки.	0,5		Разноуровневые задачи и задания	ПК-1

14	VI	Типы голограмм. Голограммы Френеля. Фурье голограммы. Схема Лейта-Упатниекса.	0,5		Реферат	ПК-1
17	VII	Применение методов голографии. Цифровая оптическая голография.	2		Вопросы к зачету	ПК-1
18	VII	Применение методов голографии. Голографическая интерферометрия.	2		Вопросы к зачету	ПК-1

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Одномерные и двухмерные преобразования Фурье	Примеры 2.1-2.5	ПК-1	ПК-1.1
2	Спектральные разложения в оптике.	Задачи 2.1-2.6	ПК-1	ПК-1.1
3	Преобразование Фурье в дифракционных задачах.	Примеры 4.9-4.11. Задачи 4.23-4.29	ПК-1	ПК-1.1
4	Дифракционная теория формирования изображений линзовыми системами	Задачи 5.3.1-5.3.5	ПК-1	ПК-1.1
5	Физические основы оптической голографии.	Задачи 5.3.6-5.3.9	ПК-1	ПК-1.1
6	Типы оптических голограмм	Приготовить реферат по типам голограмм	ПК-1	ПК-1.1
7	Применение методов голографии	Таблица	ПК-1	ПК-1.1

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов:

1. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя на семинарских и практических занятиях.
2. На практических занятиях по дисциплине не менее 1 часа из двух отводится на самостоятельное решение задач. Практические занятия строятся следующим образом:
 - Вводная преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены).
 - Беглый опрос.
 - Решение 1-2 типовых задач у доски.
 - Самостоятельное решение задач.
 - Разбор типовых ошибок при решении (в конце текущего занятия или в начале следующего).

3. Внеаудиторная самостоятельная работа, в основном, выполняется в виде домашних заданий по решению задач по каждой теме курса.

4. При выполнении аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы используется учебное пособие Чумак В.В. Волновая оптика в примерах и задачах. РИО ИГУ. Иркутск, 2012г.

5. Рабочая программа курса предусматривает реферативную работу по теме «Типы голограмм»

Темы рефератов:

- Голограмма Френеля. Запись, восстановление, свойства;
- Голограмма Денисюка. Запись, восстановление, свойства;
- Фурье голограмма. Запись, восстановление, свойства;
- Голограмма сфокусированных изображений. Запись, восстановление, свойства;
- Динамическая голография;
- Голографическая интерферометрия;
- Принципы записи цветных голограмм;
- Цифровая голография

4.5. Примерная тематика курсовых работ

Выполнение курсовых работ не предусмотрено учебным планом

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1. Чумак В.В. Волновая оптика в примерах и задачах [Текст] : учеб.пособие : в 2 ч. / В. В. Чумак ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012 - . - 20 см. - ISBN 978-5-9624-0579-7. – (84экз)

2. Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики [Текст] : учеб.пособие для студ. физ. спец. вузов / Д. В. Сивухин. - 3-е изд., стер. - М. :Физматлит. - 22 см. - ISBN 5-9221-0229-X. – Т. 4 : Оптика. - 2013. - 791 с. : ил. - Указ.имен: с. 780-782. - Предм. указ.: с. 783-791. - ISBN 5-9221-0228-1. – (30 экз)

3. Калитеевский, Н.И. Волновая оптика [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Н. И. Калитеевский. - Москва : Лань, 2008. - 466 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике) (Лучшие классические учебники). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-0666-1

4. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учеб.пособие / И. Е. Иродов = Exercises in general physics. - Москва : Лань, 2009. - 416 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике) (Классические задачки и практикумы. Физика). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-0319-6

б) периодические издания

в) список авторских методических разработок

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковые системы Google, Yandex.

2. Электронные ресурсы доступные по логину и паролю, предоставляемые Научной библиотекой ИГУ.

- ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «Руконт» <http://rucont.ru/>

- ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

3. Интернет источники:

- <http://www.physdep.isu.ru/kosm/method/inform/2/title2.pdf>
- http://window.edu.ru/window/library?p_rid=30126
- <http://www.physdep.isu.ru/>

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Оборудование:

- Мультимедийный проектор, ноутбук
- Набор для демонстраций: полупроводниковый лазер, набор дифракционных решеток, щелей.
- Комплект компьютерных презентаций по всем разделам курса (авт. Чумак В.В.)
- Голографическая установка (лаб. 209).

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные средства Windows и MS Office для работы с презентациями, стандартные сервисы глобальной сети Интернет.

6.3. Технические и электронные средства:

В ходе учебного процесса используются технические средства обучения и контроля знаний студентов (презентации, контролирующих программ, демонстрационных установок), использование которых предусмотрено методической концепцией преподавания

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс имеет электронную версию для презентации.

Практические занятия проводятся с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства текущего контроля.

Текущий контроль успеваемости – это проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра.

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерий формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на практических занятиях, уровень подготовки к практическим, выполнение домашних работ, защита реферата.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме зачета).

Промежуточная аттестация (зачет) — это оценка совокупности знаний, умений, навыков по дисциплине в целом или по ее разделам.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. В процессе контроля проверяется сформированность следующих профессиональных компетенций –

- Способность использовать физико-математические знания в сфере своей профессиональной деятельности (ПК-1).

Для получения зачета необходимо набрать не менее 75 баллов, в том числе за защиту реферата не менее 25 баллов

Вопросы к зачету

1. Одномерные и двумерные преобразования Фурье. Свойства и теоремы Фурье-преобразования.
2. Используемые в оптике функции и их Фурье образы.
 - Расчет спектра П-образного импульса
 - Спектр «цуга»
 - Импульс квазимонохроматической волны
 - Импульс бигармонической волны
 - Импульс волны, имеющей N-эквидистантных компонент
3. Спектральные разложения в оптике. Спектральные амплитуды. Фурье-анализ и Фурье-синтез в оптике. Комплексная запись интеграла Фурье.
4. Спектры модулированных волн, импульсных последовательностей и уединенных импульсов. Спектральная плотность мощности. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра
5. Преобразование Фурье в дифракционных задачах. Пространственно-модулированная волна, спектр пространственных частот, разложение пучка по плоским волнам, угловой спектр.
6. Дифракция света на двумерных объектах, физика дифракции на щели, дифракция плоской волны на прямоугольном отверстии.
7. Дифракция Гауссова пучка. Дифракция Фраунгофера на круглой апертуре. Разрешающая способность оптических приборов
8. Дифракционная теория формирования изображений линзовыми системами. Роль дифракции в приборах, формирующих изображение: линзе, телескопе, микроскопе.
9. Функция пропускания линзы, свойство линзы выполнять преобразование Фурье. Частотный анализ изображающих оптических систем. Пространственная фильтрация и оптическая обработка информации.
10. Пространственная фильтрация и оптическая обработка информации. Эксперимент Аббе-Портера
11. Физические основы оптической голографии. Уравнение голограммы, оператор Габора.
12. Схема записи голограмм. Схема восстановления объектного волнового поля с голограммы.
13. Свойства голограмм. Голограмма плоских волн. Голограмма точки.
14. Типы голограмм. Голограммы во встречных пучках. Голограммы Денисюка. Голограммы сфокусированных изображений.
15. Цифровая оптическая голография.
16. Голографическая интерферометрия.

Виды контроля и аттестации приведены в таблице

Программа оценивания контролируемой компетенции:

Тема или раздел дисциплины ¹	Формируемый признак компетенции	Показатель	Критерий оценивания	Наименование ОС ²	
				ТК ³	ПА ⁴
Одномерные и двумерные преобразования Фурье	ПК-1	Баллы за выполненное задание	1 / 2 балла за задачу	Разноуровневые задачи и задания	Вопросы к зачету

		Базовый/Повышенный уровень			
Спектральные разложения в оптике.	ПК-1	Баллы за выполненное задание Базовый/Повышенный уровень	1 / 2 балла за задачу	Разноуровневые задачи и задания	Вопросы к зачету
Преобразование Фурье в дифракционных задачах.	ПК-1	Баллы за выполненное задание Базовый/Повышенный уровень	1 / 2 балла за задачу	Разноуровневые задачи и задания	Вопросы к зачету
Дифракционная теория формирования изображений линзовыми системами	ПК-1	Баллы за выполненное задание Базовый/Повышенный уровень	1 / 2 балла за задачу	Разноуровневые задачи и задания	Вопросы к зачету
Физические основы оптической голографии.	ПК-1	Баллы за выполненное задание Базовый/Повышенный уровень	1 / 2 балла за задачу	Разноуровневые задачи и задания	Вопросы к зачету
Типы оптических голограмм	ПК-1	Защита реферата	1 / 2 балла за задачу	Темы рефератов	Вопросы к зачету
Применение методов голографии	ПК-1	Баллы за выполненное задание Базовый/Повышенный уровень	1 / 2 балла за задачу	Разноуровневые задачи и задания	Вопросы к зачету
Все разделы	ПК-1	Реферат	30 баллов	Защита реферата	

Разработчики:

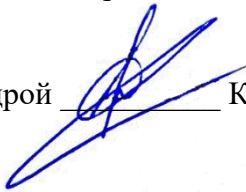


доцент

В.В. Чумак

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению и профилю подготовки **03.03.03 Радиофизика**.

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники «24» февраля 2025 г. протокол № 8

И.О. зав. кафедрой  Колесник С.Н.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.