

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н. Корель И. И.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Статистическая оптика

Образовательная программа: 12.04.02 Опотехника, магистерская программа: Оптические системы локации, связи и обработки информации

Курс: 1, семестр : 1

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	36
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	5
10	Самостоятельная работа, час.	47
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	
12	Вид аттестации	3

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 12.04.02 Оптотехника

ФГОС введен в действие приказом №1410 от 30.10.2014 г. , дата утверждения: 28.11.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 12.04.02 Оптотехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ОИТ, протокол заседания кафедры №_____ от 20.06.2017

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 3 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.ф-м.н. Бетеров И. И.

Заведующий кафедрой:

д.т.н. Лабусов В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заместитель заведующего кафедрой Дубнищев Ю. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность к формулированию цели, задачи и плана научного исследования в области оптотехники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь формулировать цель, задачи и план научного исследования в области оптотехники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению оптических, фотометрических и электрических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь выбирать оптимальный метод и разрабатывать программу экспериментальных исследований, проведения оптических, фотометрических и электрических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Статистическая оптика</i>	
ПК.1.у1 уметь формулировать цель, задачи и план научного исследования в области оптотехники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий	
1. статистические проблемы взаимодействия световых полей с веществом;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2. распространения оптических волн в случайно неоднородных и турбулентных средах;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.у1 уметь выбирать оптимальный метод и разрабатывать программу экспериментальных исследований, проведения оптических, фотометрических и электрических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов	
3. статистические проблемы приёма и обработки информации в оптическом диапазоне длин волн;	Лекции; Практические занятия
4. определение шумов и флуктуации в источниках оптического излучения.	Лекции; Практические занятия

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 1			
Дидактическая единица: Статистические проблемы взаимодействия световых полей с веществом			
1. Введение. Статистические явления в оптике.	0	1	1
3. Аналитический сигнал. Временная и пространственная когерентности.	0	2	1
5. Функции собственной и взаимной когерентности. Комплексная степень когерентности света. Распространение взаимной когерентности.	0	2	1
7. Звездный интерферометр Майкельсона.	0	1	1
Дидактическая единица: Распространение оптических волн в случайно неоднородных и турбулентных средах			

9. Случайные процессы и случайные поля. Распределения случайных величин, моменты и характеристические функции случайного процесса различных порядков.	0	2	2
11. Статистика частично-поляризованного излучения. Векторные случайные поля.	0	2	1, 2, 4
Дидактическая единица: Статистические проблемы приёма и обработки информации в оптическом диапазоне длин волн			
13. Статистика фотоотсчетов. Статистика интенсивностей и статистика фотоотсчетов в случайном световом поле.	0	2	1, 2, 3, 4
15. Получение распределения интенсивности из распределения фотоотсчетов. Статистика фотоотсчетов в случае теплового и квазитеплового излучения.	0	2	1, 2, 3, 4
Дидактическая единица: Определение шумов и флуктуации в источниках оптического излучения			
17. Источники шумов, их спектры. Корреляционные функции. Пространственная когерентность излучения лазера.	0	2	3, 4
19. Предельная пространственная когерентность излучения одномодового лазера.	0	2	1, 3, 4

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Статистические проблемы взаимодействия световых полей с веществом				
1. Матрица когерентности, степень поляризации.	4	4	1	изучает Матрица когерентности, степень поляризации.
1. Параметрическое усиление шумовых и когерентных сигналов; классическое и квантовое параметрическое сжатие.	4	4	1	изучает параметрическое усиление шумовых и когерентных сигналов
2. Ширина спектральной ширины линии лазерного излучения, формула Шавлова-Таунса.	4	4	1	изучает ширину спектральной ширины линии лазерного излучения
2. Параметры и операторы Стокса.	2	2	1, 2	изучает Параметры и операторы Стокса.
Дидактическая единица: Распространение оптических волн в случайно неоднородных и турбулентных средах				
3. Статистические свойства лазерных пучков: предельная пространственная когерентность, случайное блуждание, естественная угловая расходимость.	2	2	1, 2	изучает статистические свойства лазерных пучков
3. Неклассическое состояние поляризации.	2	2	1	изучает Неклассическое состояние поляризации.
Дидактическая единица: Статистические проблемы приёма и обработки информации в оптическом диапазоне длин волн				
4. Распределение фотоотсчетов, формула Манделя.	2	2	3	изучает распределение фотоотсчетов
Дидактическая единица: Распространение оптических волн в случайно неоднородных и турбулентных средах				

4. Измерение временной когерентности, схема Майкельсона.	2	2	1, 2	проводит Измерение временной когерентности, схема Майкельсона.
Дидактическая единица: Статистические проблемы приёма и обработки информации в оптическом диапазоне длин волн				
5. Измерение распределения фотоотсчетов.	2	2	2, 3	Измеряет распределения фотоотсчетов.
5. Интерференция двух фотонов.	2	2	1, 2, 3	знакомится с Интерференция двух фотонов.
6. Дифракционная расходимость случайных пучков.	2	2	2, 3	изучает Дифракционная расходимость случайных пучков.
6. Корреляция фотоотсчетов.	2	2	2, 3, 4	проводит корреляция фотоотсчетов.
Дидактическая единица: Определение шумов и флуктуации в источниках оптического излучения				
7. Фокусировка случайных пучков.	2	2	3, 4	изучает Фокусировка случайных пучков.
Дидактическая единица: Статистические проблемы приёма и обработки информации в оптическом диапазоне длин волн				
7. Корреляционная спектроскопия.	2	2	1, 2, 3, 4	знакомится с корреляционная спектроскопия.
Дидактическая единица: Определение шумов и флуктуации в источниках оптического излучения				
8. Взаимное влияние временной и пространственной когерентности.	2	2	1, 2, 3, 4	изучает Взаимное влияние временной и пространственной когерентности.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Подготовка к занятиям	1	37	0
Просмотр лекций, подготовка к практическим занятиям, подбор дополнительной информации по темам: Спиридонов О. П. Физические основы твердотельной электроники : [учебное пособие для вузов по техническим направлениям подготовки и специальностям] / О. П. Спиридонов. - М., 2008. - 190, [1] с. : ил.				
2	Подготовка к аттестации	2	10	5
Изучение вопросов согласно списку контролирующих материалов: Спиридонов О. П. Физические основы твердотельной электроники : [учебное пособие для вузов по техническим направлениям подготовки и специальностям] / О. П. Спиридонов. - М., 2008. - 190, [1] с. : ил.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		
<i>Лекция:</i>	20	40
<i>Практические занятия:</i>	20	40
<i>Зачет:</i>	0	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
			Зачет
ПК.1	у1. уметь формулировать цель, задачи и план научного исследования в области оптотехники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий		+
ПК.3	у1. уметь выбирать оптимальный метод и разрабатывать программу экспериментальных исследований, проведения оптических, фотометрических и электрических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Физические основы лазерной технологии: Учебное пособие / Менушенков А.П., Неволлин В.Н., Петровский В. - М.:НИЯУ & МИФИ&, 2010. - 212 с. ISBN 978-5-7262-1252-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=566261> - Загл. с экрана.
2. Ахманов С. А. Физическая оптика : учебник для вузов по направлению и специальности "Физика" / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - М., 2004. - 654 с. : ил. - На контртит.: Посвящ. 250-летию Моск. ун-та
3. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц : [учебное пособие для вузов] / И. В. Савельев. - М., 2007. - 368 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Ахманов С. А. Введение в статистическую радиофизику и оптику : учебное пособие для вузов по физическим специальностям / С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. - М., 1981. - 640 с. : ил., табл., граф., схемы

2. Рытов С. М. Введение в статистическую радиофизику. Ч. 2 : учебное пособие для физических специальностей вузов / С. М. Рытов, Ю. А. Кравцов, В. И. Татарский ; под общ. ред. С. М. Рытова. - М., 1978. - 463 с. : ил.
3. Гудмен Д. Статистическая оптика / Дж. Гудмен ; пер. с англ. А. А. Кокина под ред. Г. В. Скроцкого. - М., 1988. - 527 с. : ил.
4. Клышко Д. Н. Фотоны и нелинейная оптика / Д. Н. Клышко. - М., 1980. - 256 с.
5. Перина Я. Квантовая статистика линейных и нелинейных оптических явлений / Я. Перина ; пер. с англ. А. В. Мухи ; под ред. П. А. Бакута. - М., 1987. - 368 с. : ил.
6. Шляйх В. П. Квантовая оптика в фазовом пространстве / В. П. Шляйх ; пер. с англ. под ред. В. П. Яковлева. - М., 2005. - 756 с. : ил.
7. Мандель Л. Оптическая когерентность и квантовая оптика : [пер. с англ.] / под ред. В. В. Самарцева. - М., 2000. - 895 с.
8. Мэйтлэнд А. Введение в физику лазеров / А. Мэйтлэнд, М. Данн ; пер. с англ. В. А. Батанова, под ред. С. И. Анисимова. - М., 1978. - 407 с. : табл., граф., схемы
9. Теория когерентных изображений / П. А. Бакут и др. ; под ред. Н. Д. Устинова. - М., 1987. - 263, [1] с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Спиридонов О. П. Физические основы твердотельной электроники : [учебное пособие для вузов по техническим направлениям подготовки и специальностям] / О. П. Спиридонов. - М., 2008. - 190, [1] с. : ил.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Mozilla Firefox
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	для демонстрации лекционного материала

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н., доцент И.И. Корель
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Статистическая оптика

Образовательная программа: 12.04.02 Оптотехника, магистерская программа: Оптические системы локации, связи и обработки информации

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Статистическая оптика приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1/НИ способность к формулированию цели, задачи и плана научного исследования в области оптоэлектроники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий	у1. уметь формулировать цель, задачи и план научного исследования в области оптоэлектроники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий	Введение. Статистические явления в оптике. Звездный интерферометр Майкельсона. Измерение временной когерентности, схема Майкельсона. Интерференция двух фотонов. Корреляционная спектроскопия. Параметрическое усиление шумовых и когерентных сигналов; классическое и квантовое параметрическое сжатие. Параметры и операторы Стокса. Получение распределения интенсивности из распределения фотоотчетов. Статистика фотоотчетов в случае теплового и квазипереплюющего излучения. Случайные процессы и случайные поля. Распределения случайных величин, моменты и характеристические функции случайного процесса различных порядков. Статистика фотоотчетов. Статистика интенсивностей и статистика фотоотчетов в случайном световом поле. Статистика частично-поляризованного излучения. Векторные случайные поля. Статистические свойства лазерных пучков: предельная пространственная когерентность, случайное блуждание, естественная угловая расходимость. Функции собственной и взаимной когерентности. Комплексная степень когерентности света. Распространение взаимной когерентности. Ширина спектральной ширины линии лазерного излучения, формула Шавлова-Таунса.		Зачет, вопросы 1-12
ПК.3/НИ способность к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению оптических, фотометрических и электрических	у1. уметь выбирать оптимальный метод и разрабатывать программу экспериментальных исследований, проведения оптических, фотометрических и электрических	Взаимное влияние временной и пространственной когерентности. Дифракционная расходимость случайных пучков. Источники шумов, их спектры. Корреляционные функции. Пространственная когерентность излучения лазера. Корреляция фотоотчетов. Получение распределения интенсивности из распределения фотоотчетов. Статистика		Зачет, вопросы 13-22

фотометрических и электрических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов	измерений с выбором технических средств и обработкой результатов	фотоотсчетов в случае теплового и квазитеплового излучения. Предельная пространственная когерентность излучения одномодового лазера. Статистика фотоотсчетов. Статистика интенсивностей и статистика фотоотсчетов в случайном световом поле. Статистика частично-поляризованного излучения. Векторные случайные поля.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/НИ, ПК.3/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1/НИ, ПК.3/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра оптических информационных технологий

Паспорт зачета

по дисциплине «Статистическая оптика», 1 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: два вопроса выбираются из списка, приведенного ниже. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Статистическая оптика»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) _____
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *5 баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *10 баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *15 баллов*.

- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 20 *баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Статистическая оптика»

1. Основы теории случайных функций в оптике. Статистические явления в оптике. Случайные переменные, функция распределения.
2. Статистика фотоотсчетов. Статистика интенсивностей и статистика фотоотсчетов в случайном световом поле. Функция распределения фотоотсчетов. Формула Манделя. Факториальный момент.
3. Получение распределения интенсивности из распределения фотоотсчетов. Статистика фотоотсчетов в случае теплового и квазип теплового излучения.
4. Фотонная статистика лазерного света. Рассеяние гауссова света на гауссовых флуктуациях среды.
5. Корреляция фотонов. Характеристика сигнала до детектора. Статистика сигнала.
6. Теорема Винера-Хинчина. Свойства оптических световых сигналов.
7. Цифровая корреляция. Корреляционная функция интенсивности. Соотношение Зигерта.
8. Коррелятор с привязкой. Формула Ван Флека. Обработка сигнала.
9. Корреляционные и спектральные характеристики случайных процессов. Корреляционная функция и коэффициент корреляции.
10. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
11. Статистические характеристики когерентных изображений двухточечного объекта. Контраст изображения.
12. Спекл-эффекты при когерентном формировании изображения. Причины возникновения спекл –структуры и ее статистические характеристики.
13. Развитые спекл-поля. Частично-развитые спеклы. Условия наблюдения нормально развитой спекл-картины, контраст спекл-картины
14. Интерференция спеклов. Спекл-поля с негауссовой статистикой.
15. Динамические спекл-поля. Взаимосвязь между динамикой спеклов и эффектом Доплера.
16. Объективная и субъективная спекл-картины. Смещение, поворот объекта. Влияние формы и смещения диафрагмы.
17. Спеклы Френеля и Фраунгофера.
18. Спекл-интерферометрия. Примеры практического применения. Корреляционная спекл-интерферометрия.
19. Способы устранения спекл-структуры. Влияние усредняющего действия приемной апертуры на регистрируемую величину флуктуаций рассеянного когерентного излучения.
20. Автокорреляционные функции и теорема Винера-Хинчина.
21. Теорема Ван Циттерта-Церинке. Значение теоремы и следствия из нее.
22. Статистическая обработка двумерных спекл-полей (фильтрация, удаление тренда, корреляционный анализ).