

«

»

“

”

. - . . .

31.08.2022

:

:

:

<https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Статистическая оптика

: 12.04.02

,

:

: 1, : 1

-		
		1
1	()	4
2		144
3	, .	39
4	, .	16
5	, .	16
6	, .	0
7	, .	18
8	, .	12
9	, .	2
10	, .	5
11	, .	105
12	(, ()/ ,)	
13		

(): 12.04.02

941 19.09.2017 ., : 06.10.2017 .

: 1,

,

(): 12.04.02

, 31.08.2022

-

,

6 31.08.2022

:

. .

:

. .

1.

1.1

	-1/ - , - ,
	-1/ .2 - , -
	-2/ ,
	-2/ .3 -
	-3/ , ,
	-3/ .5

2.

,

2.1

ПК-1/НА. 2 Проводит поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	
	; ; ;
ПК-2/НА. 3 Разрабатывает математические модели функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений	
	; ;
	; ;
	; ;
ПК-3/НА. 5 Обрабатывает и анализирует результаты исследований	
	; ;

3.

3.1

		„ .“	„ .“		
: 1					
:					
1. .	1	0	1	-1/ .2	

2.	1	0	1	-1/ -2/	.2, .3	
3.	2	0	2	-1/	.2	
4.	1	0	1	-1/	.2	
5.	1	0	1	-1/	.2	
6.	1	0	1	-1/	.2	
7.	1	0	1	-1/	.2	
:						
8.	2	0	2	-1/ -2/	.2, .3	
9.	1	0	1	-2/	.3	
10.	1	0	1	-1/ -3/	.2, .5	
11.	2	0	2	-1/ -2/ -3/	.2, .3, .5	
12.	1	0	1	-1/ -2/ -3/	.2, .3, .5	
:						

13.					
	1	0	0	-2/ .3, -3/ .5	

: 1					
:					
1.	4	2	0	-1/ .2, -2/ .3	
:					
2.	2	2	1	-2/ .3	
3.	2	0	0	-1/ .2, -2/ .3	
4.	2	0	0	-2/ .3	
5.	2	0	2	-1/ .2, -2/ .3, -3/ .5	
:					
6.	2	2	0	-2/ .3, -3/ .5	
7.	2	0	0	-1/ .2, -2/ .3, -3/ .5	

: 1					
:					
1.	4	2	0	-1/ .2, -2/ .3	
2.	2	0	0	-1/ .2, -2/ .3	

3.	4	0	0	-1/ .2, -3/ .5	
4.	2	1	0	-1/ .2, -2/ .3	
:					
5.	4	0	0	-1/ .2, -2/ .3, -3/ .5	
6.	2	0	0	-1/ .2, -2/ .3	
:					
7.	2	2	0	-2/ .3	
8.	2	1	0	-2/ .3, -3/ .5	
9.	2	0	0	-1/ .2, -2/ .3, -3/ .5	
10.	4	0	0	-1/ .2, -2/ .3, -3/ .5	
11.	2	0	0	-1/ .2, -2/ .3, -3/ .5	
12.	4	0	0	-2/ .3, -3/ .5	
:					
13.	2	0	0	-2/ .3, -3/ .5	
14.	2	0	0	-1/ .2, -2/ .3, -3/ .5	
15.	4	0	0	-2/ .3, -3/ .5	

3.1

3.2

			()
1	,		:
2			:
3			:
4	;	.	:
5		.	:
6	,	.	:
7		.	:

3.2

3.3

: 1				
1		-1/ .2, - 2/ .3	10	1
: , . . . : [-] / . . . , 2006.- 54, [1] . : : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000063521				
2		-1/ .2	53	2
[] : - / . . . ; , [2017].- : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234771.- . . .				
3		-1/ .2, - 2/ .3, -3/ .5	44	2
, 3.3 : . . . : - / . . . , 2022.- 61, [1] . : - : . . . - . : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022				

3.3

(. 3.4).

3.4

	-

	e-mail

4.

(), - 15- ECTS.
4.1.

4.1

	.	
: 1		
Самостоятельное изучение теоретического материала:	10	20
Практические занятия:	20	40
Зачет:	20	40

4.2

4.2

-1/	-1/ 2.	+
-2/	-2/ 3.	+
-3/	-3/ 5.	+

1

5.

1. Гужов В. И. Специальные главы физики. Курс Лекций [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. И. Гужов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2015].- Режим доступа:

http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215512

http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215512

http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215512

http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215512

http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215512

http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215512

http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215512.- Загл. с экрана.

2. Физические основы лазерной технологии: Учебное пособие / Менушенков А.П., Неволин 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.

3. Гринберг Я. С. Элементарное введение в основы квантовой информатики (физические аспекты) : [учебное пособие] / Я. С. Гринберг ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 59 с. : ил.- Режим доступа:
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000060485

1. Гужов В. И. Компьютерная голография : [монография] / В. И. Гужов.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018.- 268, [1] с. : ил.- Режим доступа:
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240063.- Доп. тит. л., огл. англ.

1. <https://e.lanbook.com/book/190820> Коняхин, И. А. Статистическое моделирование оптико-электронных систем (определение параметров надёжности) : учебно-методическое пособие / И. А. Коняхин. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2020. — 70 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/190820> (дата обращения: 18.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.

6.1

1. Пономарева М. А. Оптические измерения [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / М. А. Пономарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234771.- Загл. с экрана.
2. Харьков А. А. Физическая оптика : [учебно-методическое пособие] / А. А. Харьков, В. Г. Дубровский, С. В. Спутай ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000063521
3. Дудкина М. П. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : учебно-методическое пособие / М. П. Дудкина, Ю. В. Никитин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 61, [1] с. : табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа:
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022

6.2

- 1 Браузер Mozilla Foundation Mozilla Firefox
- 2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

6.3

7.

1	(- , ,)	

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Статистическая оптика представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по дисциплине Статистическая оптика.

Таблица

Формируемые компетенции	Индикаторы компетенций	Темы	Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК-1/НА Способность к анализу состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	2. Проводит поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	Аналитический сигнал. Временная и пространственная когерентности. Введение. Статистические явления в оптике. Взаимное влияние временной и пространственной когерентности Звездный интерферометр Майкельсона Измерение временной когерентности, схема Майкельсона. Интерференция двух фотонов. Интерферометры Майкельсона и Юнга Корреляционная спектроскопия Матрица когерентности, степень поляризации. Неклассическое состояние поляризации. Некогерентные протяженные источники когерентного излучения. Когерентность в плоскости изображения протяженного источника. Влияние временной когерентности на явления дифракции. Дифракционные изображения щели и круглого отверстия. Параметрическое усиление шумовых и когерентных сигналов; классическое и квантовое параметрическое сжатие. Параметры и операторы Стокса Получение распределения интенсивности из распределения фотоотсчетов. Статистика фотоотсчетов в случае теплового и квазитеплового излучения. Поляризационная матрица, связь её элементов с параметрами Стокса. Предельная пространственная когерентность излучения	Оценка устных ответов на практических (семинарских) занятиях № 1, 2, 3	Зачет, вопросы 1-7

		<p>одномодового лазера. Соотношения между длиной цуга и шириной спектра излучения. Сложение колебаний в волнах, приходящих от одного или нескольких источников. Спектральное представление. Теорема Винера-Хинчина. Статистика фотоотсчетов. Статистика интенсивностей и статистика фотоотсчетов в случайном световом поле. Статистика частично-поляризованного излучения. Векторные случайные поля. Статистические свойства лазерных пучков: предельная пространственная когерентность, случайное блуждание, естественная угловая расходимость. Теорема Ван Циттерта-Цернике. Дифракция некогерентной волны на отверстии. Функции собственной и взаимной когерентности. Комплексная степень когерентности света. Распространение взаимной когерентности. Функция распределения фотоотсчетов. Формула Мандела. Ширина спектральной ширины линии лазерного излучения, формула Шавлова-Таунса.</p>		
<p>ПК-2/НА Способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи</p>	<p>3. Разрабатывает математические модели функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений</p>	<p>Взаимное влияние временной и пространственной когерентности Влияние времени регистрации, фотоотсчеты в поле лазерного излучения. Временная статистика излучения одномодовых и многомодовых лазеров Дифракционная расходимость случайных пучков. Измерение временной когерентности, схема Майкельсона. Измерение распределения фотоотсчетов Интерференция двух фотонов. Источники шумов, их спектры. Корреляционные функции. Пространственная когерентность излучения лазера. Корреляционная спектроскопия Корреляция фотоотсчетов Матрица когерентности, степень поляризации. Модель статистически независимых мод. Зависимость радиуса корреляции от числа мод. Неклассическое состояние поляризации. Некогерентные протяженные источники когерентного излучения. Когерентность в плоскости изображения протяженного</p>	<p>Оценка устных ответов на практических (семинарских) занятиях № 4, 5, 6</p>	<p>Зачет, вопросы...</p>

		<p>источника. Влияние временной когерентности на явления дифракции. Дифракционные изображения щели и круглого отверстия. Параметрическое усиление шумовых и когерентных сигналов; классическое и квантовое параметрическое сжатие. Параметры и операторы Стокса. Получение распределения интенсивности из распределения фотоотсчетов. Статистика фотоотсчетов в случае теплового и квазитеплового излучения. Поляризационная матрица, связь её элементов с параметрами Стокса. Предельная пространственная когерентность излучения одномодового лазера. Распределение фотоотсчетов, формула Мандела. Случайные процессы и случайные поля. Распределения случайных величин, моменты и характеристические функции случайного процесса различных порядков. Соотношения между длиной цуга и шириной спектра излучения. Сложение колебаний в волнах, приходящих от одного или нескольких источников. Статистика фотоотсчетов. Статистика интенсивностей и статистика фотоотсчетов в случайном световом поле. Статистика частично-поляризованного излучения. Векторные случайные поля. Статистические свойства лазерных пучков: предельная пространственная когерентность, случайное блуждание, естественная угловая расходимость. Фокусировка случайных пучков. Функция распределения фотоотсчетов. Формула Мандела.</p>		
<p>ПК-3/НА Способность к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению оптических, фотометрических и электрических измерений с выбором</p>	<p>5. Обрабатывает и анализирует результаты исследований</p>	<p>Взаимное влияние временной и пространственной когерентности. Влияние времени регистрации, фотоотсчеты в поле лазерного излучения. Временная статистика излучения одномодовых и многомодовых лазеров. Источники шумов, их спектры. Корреляционные функции. Пространственная когерентность излучения лазера. Корреляционная спектроскопия. Корреляция фотоотсчетов</p>	<p>Оценка устных ответов на практических (семинарских) занятиях № 7</p>	<p>Зачет, вопросы 8-15</p>

технических средств обработкой	и	<p>Модель статистически независимых мод. Зависимость радиуса корреляции от числа мод. Получение распределения интенсивности из распределения фотоотсчетов. Статистика фотоотсчетов в случае теплового и квазитеплового излучения. Поляризационная матрица, связь её элементов с параметрами Стокса. Предельная пространственная когерентность излучения одномодового лазера. Спектральное представление. Теорема Винера-Хинчина. Статистика фотоотсчетов. Статистика интенсивностей и статистика фотоотсчетов в случайном световом поле. Статистика частично-поляризованного излучения. Векторные случайные поля. Статистические свойства лазерных пучков: предельная пространственная когерентность, случайное блуждание, естественная угловая расходимость. Фокусировка случайных пучков. Функция распределения фотоотсчетов. Формула Манделя. Ширина спектральной ширины линии лазерного излучения, формула Шавлова-Таунса.</p>		
--------------------------------------	---	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей контроля в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 1 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-1/НА, ПК-2/НА, ПК-3/НА и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-1/НА, ПК-2/НА, ПК-3/НА, закрепленных за дисциплиной.

3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами

достижения компетенций

Продвинутый. Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

Базовый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

Пороговый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

Ниже порогового. Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.

Паспорт зачета

по дисциплине «Статистическая оптика», 1 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 2 вопросов и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-11;
- второй вопрос из диапазона вопросов 12-22.

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На зачете преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и 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 результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме.

Оценка составляет *от 35 до 40 баллов*.

Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 27 баллов*.

Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 26 до 20 баллов*.

Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

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).
23. Статистическая обработка динамических спекл-полей (спектральный анализ, построение сглаженных спектральных оценок, вейвлет анализ).