МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГОЛОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ФОТОНИКЕ И ОПТОИНФОРМАТИКЕ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	26	26	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	24	24	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	76	76	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 78557

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение у студентов знаний о голографических методах в фотонике и оптоинформатике.
2. Приобретение студентами навыков применения голографических методов в фотонике и оптоинформатике.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основных типов голограмм и голографических методов, используемых в фотонике и оптоинформатике.
2. Применение голографических методов обработки информации, используемых в фотонике и оптоинформатике.
3. Изучение основных голографических схем, применяемых в научных исследованиях в области фотоники.
4. Применение методов расчета голографических схем, используемых в фотонике и оптоинформатике.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.12.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 78557

ПК-1. Способен строить физические и математические модели и реализовать методики экспериментального измерения характеристик элементов и узлов фотоники и оптоинформатики и комплексов на их основе	ПК-1.1. Знает основные физические и математические модели элементов и узлов фотоники и оптоинформатики	Знать физические и математические модели голографических схем, используемых для обработки информации
	ПК-1.2. Умеет проводить исследования характеристик элементов и узлов фотоники и оптоинформатики	Уметь проводить экспериментальные исследования параметров и характеристик оптических схем голографирования, используемых для обработки информации
	ПК-1.3. Владеет современными методами расчета и проектирования устройств фотоники и оптоинформатики	Владеть способностью использовать основные законы и принципы распространения и взаимодействия световых волн в материальных средах. Владеть математическим аппаратом для анализа, описания и проектирования голографических систем.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	68	68
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	26	26
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	76	76
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	10
Написание отчета по лабораторной работе	10	10
Подготовка к тестированию	11	11
Выполнение индивидуального задания	14	14
Подготовка к контрольной работе	13	13
Выполнение практического задания	18	18
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 78557

7 семестр						
1 Элементарные сведения о голографии	4	4	6	12	26	ПК-1
2 Цифровая голография	6	-	5	9	20	ПК-1
3 Измерения геометрических параметров объектов по голографическим изображениям	2	4	-	7	13	ПК-1
4 Обработка информации в оптических системах голограммных запоминающих устройствах	2	4	-	7	13	ПК-1
5 Обработка оптической информации с использованием схемы двухлучевого интерферометра	2	4	5	15	26	ПК-1
6 Применение оптической голографии для исследования стационарных объектов и медленно протекающих процессов	2	2	-	7	11	ПК-1
7 Применение оптической голографии для исследования динамических объектов и быстропротекающих процессов	2	2	-	7	11	ПК-1
8 Методы анализа голографических интерферограмм	2	4	-	6	12	ПК-1
9 Динамическая голография в методе измерения времени релаксации сред	2	2	-	3	7	ПК-1
10 Голографическая запись изменяющихся во времени оптических сигналов в схемах с нестационарной опорной волной	2	-	-	3	5	ПК-1
Итого за семестр	26	26	16	76	144	
Итого	26	26	16	76	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Элементарные сведения о голографии	Голограмма плоской и сферической волн. Голограммы Габора, Лейта и Упатниекса. Регистрирующие среды в голографии. Дифракционная эффективность плоских голограмм. Голограммы Денисюка. Понятие об обращении волнового фронта в голографии. Некоторые применения голографии.	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 78557

2 Цифровая голография	Алгоритм синтеза голограмм сложных объектов. Алгоритм восстановления голограмм. Алгоритм моделирования голографического процесса на ЭВМ. Дискретизация и квантование голограмм, и критерий выбора минимального числа отсчетов на голограмме	6	ПК-1
	Итого	6	
3 Измерения геометрических параметров объектов по голографическим изображениям	Методы измерений. Соотношения проективного преобразования в голографии и искажения изображения. Метод измерения посредством реальной марки. Метод вибрирующей диафрагмы. Методы голографической интерферометрии для измерения трехмерных объектов.	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Обработка информации в оптических системах голограммных запоминающих устройствах	Преобразования в ГЗУ. Расширение класса преобразований. Вычисление корреляционных функций. Варианты оптических систем. Ассоциативный поиск. Спектральный анализ изображений по произвольному базису.	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 78557

5 Обработка оптической информации с использованием схемы двухлучевого интерферометра	Корреляционная обработка оптической информации с использованием в качестве фильтра изображения объекта. Теоретическое описание схемы, работающей с определением ориентации изображения объекта. Обработка сигналов при регистрации фурье-образа распределения светового поля. Схемы обработки информации с использованием двух выходов модифицированного двухлучевого интерферометра. Влияние когерентности излучения на работу интерференционного коррелятора. Пространственная фильтрация в процессе корреляционной обработки. Анализ чувствительности схемы к определению ориентации изображения. Влияние структуры транспарантов на характер работы интерференционного коррелятора. Энергетические характеристики процесса обработки информации в схеме модифицированного двухлучевого интерферометра. Шумы регистрирующей схемы коррелятора со схемой модифицированного" двухлучевого интерферометра.	2	ПК-1
	Итого	2	
6 Применение оптической голографии для исследования стационарных объектов и медленно протекающих процессов	Исследование искусственных кристаллов. Контроль качества и процесса вытягивания стекловолокна. Исследование живых клеток. Исследование деформаций поверхности диффузно отражающих объектов. Исследование когерентности ртутной лампы сверхвысокого давления. Исследование, тонких пленок. Измерение амплитудно-фазовых распределений радиополей методами голографии	2	ПК-1
	Итого	2	
7 Применение оптической голографии для исследования динамических объектов и быстропротекающих процессов	Исследование Разряда в импульсных лампах. Исследование электрического взрыва проволочек. Исследование двухфазных (газожиткостных) потоков. О возможности исследования процессов подачи топлива в дизелях. Получение голограммных портретов.	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 78557

8 Методы анализа голографических интерферограмм	Методы восстановления объемного распределения показателя преломления фазовых объектов. Восстановление объемного распределения показателя преломления фазовых объектов методом решения несовместной переопределенной системы алгебраических уравнений. Влияние смещения смотровых окон на интерферограммы фазовых объектов. Методы анализа интерферограмм диффузно отражающих объектов. Выделение отдельных проекций вектора перемещения оптической фильтрацией.	2	ПК-1
	Итого	2	
9 Динамическая голография в методе измерения времени релаксации сред	Метод шумового облучения. Шумовое лазерное излучение. Самодифракция пучков в нелинейной среде. Процессы релаксации наведенных решеток в красителях. Выбор угла между пучками. Роль толщины слоя исследуемой среды. Метод двухчастотного облучения.	2	ПК-1
	Итого	2	
10 Голографическая запись изменяющихся во времени оптических сигналов в схемах с нестационарной опорной волной	Принцип работы схем записи переменного оптического сигнала и извлечения информации. Запись и обработка модулированного оптического сигнала с учетом спектральной ширины модового состава лазерного излучения. Экспериментальная установка. Результаты записи, восстановления и обработки оптических сигналов. Энергетические характеристики голограмм, записанных с нестационарной опорной волной. Фильтрация и корреляционная обработка при голографической записи изменяющихся во времени оптических сигналов.	2	ПК-1
	Итого	2	
	Итого за семестр	26	
	Итого	26	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 78557

1 Элементарные сведения о голографии	Голограммы Габора, Лейта и Упатниекса. Дифракционная эффективность плоских голограмм. Дифракционная эффективность плоских голограмм. Голограмма плоской волны.	4	ПК-1
	Итого	4	
3 Измерения геометрических параметров объектов по голографическим изображениям	Соотношения проективного преобразования в голографии и искажения изображения. Метод измерения посредством реальной марки. Метод вибрирующей диафрагмы.	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Обработка информации в оптических системах голограммных запоминающих устройствах	Преобразования в ГЗУ. Ассоциативный поиск. Спектральный анализ изображений по произвольному базису.	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Обработка оптической информации с использованием схемы двухлучевого интерферометра	Обработка сигналов при регистрации Фурье-образа распределения светового поля. Пространственная фильтрация в процессе корреляционной обработки.	4	ПК-1
	Итого	4	
6 Применение оптической голографии для исследования стационарных объектов и медленно протекающих процессов	Исследование деформаций поверхности диффузно отражающих объектов	2	ПК-1
	Итого	2	
7 Применение оптической голографии для исследования динамических объектов и быстропротекающих процессов	Получение голограммных портретов.	2	ПК-1
	Итого	2	
8 Методы анализа голографических интерферограмм	Методы анализа интерферограмм диффузно отражающих объектов. Выделение отдельных проекций вектора перемещения оптической фильтрацией.	4	ПК-1
	Итого	4	
9 Динамическая голография в методе измерения времени релаксации сред	Выбор угла между пучками. Роль толщины слоя исследуемой среды.	2	ПК-1
	Итого	2	
	Итого за семестр	26	

Согласована на портале № 78557

Итого	26	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Элементарные сведения о голографии	Адаптивный голографический интерферометр	6	ПК-1
	Итого	6	
2 Цифровая голография	Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления	5	ПК-1
	Итого	5	
5 Обработка оптической информации с использованием схемы двухлучевого интерферометра	Двухлучевая интерферометрия	5	ПК-1
	Итого	5	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				

Согласована на портале № 78557

1 Элементарные сведения о голографии	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Итого	12		
2 Цифровая голография	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	9		
3 Измерения геометрических параметров объектов по голографическим изображениям	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	7		
4 Обработка информации в оптических системах голограммных запоминающих устройствах	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	7		

Согласована на портале № 78557

5 Обработка оптической информации с использованием схемы двухлучевого интерферометра	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Итого	15		
6 Применение оптической голографии для исследования стационарных объектов и медленно протекающих процессов	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	7		
7 Применение оптической голографии для исследования динамических объектов и быстропротекающих процессов	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	7		

Согласована на портале № 78557

8 Методы анализа голографических интерферограмм	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	1	ПК-1	Контрольная работа
	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	6		
9 Динамическая голография в методе измерения времени релаксации сред	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	3		
10 Голографическая запись изменяющихся во времени оптических сигналов в схемах с нестационарной опорной волной	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	3		
Итого за семестр		76		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		112		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Индивидуальное задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Практическое задание, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр

Согласована на портале № 78557

7 семестр				
Индивидуальное задание	5	5	5	15
Контрольная работа	5	5	5	15
Лабораторная работа	5	5	5	15
Практическое задание	2	2	3	7
Тестирование	1	1	1	3
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Экзамен				30
Итого максимум за период	23	23	24	100
Нарастающим итогом	23	46	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 320 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/627.

2. Бутиков, Е. И. Оптика : учебное пособие / Е. И. Бутиков. — 3-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2764.

7.2. Дополнительная литература

1. Гринев А. Ю. Оптические устройства в радиотехнике: Учебное пособие для вузов, М.: Радиотехника, 2005. – 239 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 74 экз.).

2. Дудкин В. И., Пахомов Л. Н. Квантовая электроника. Приборы и их применение: Учебное пособие для вузов. М.: Техносфера, 2006. – 432 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.).

Согласована на портале № 78557

3. Нагибина И. М. Прикладная физическая оптика: Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2002. – 564 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.).
4. Актуальные проблемы науки и индустрии фотоники и оптоинформатики: Сборник статей / В. М. Шандаров, С. М. Шандаров, В. В. Шепелевич - 2013. 275 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3012.
5. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Голографические методы в фотонике и оптоинформатике: Методические указания по самостоятельной работе / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2012. 35 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1506.
2. Адаптивный голографический интерферометр: Методические указания к лабораторным работам / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2012. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1503.
3. Двухлучевая интерферометрия: Методические указания к лабораторным работам / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2012. 22 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1504.
4. Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления: Методические указания к лабораторным работам / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2012. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1501.
5. Введение в фотонику и оптинформатику: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов направления "Фотоника и оптоинформатика" / В. В. Щербина, С. М. Шандаров - 2013. 20 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4108.
6. Оптическая физика: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / С. М. Шандаров - 2013. 60 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2846.
7. Когерентная оптика и голография: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / М. В. Бородин, С. М. Шандаров - 2017. 25 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6915.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Согласована на портале № 78557

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 78557

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Элементарные сведения о голографии	ПК-1	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 78557

2 Цифровая голография	ПК-1	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
3 Измерения геометрических параметров объектов по голографическим изображениям	ПК-1	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Обработка информации в оптических системах голограммных запоминающих устройствах	ПК-1	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 78557

5 Обработка оптической информации с использованием схемы двухлучевого интерферометра	ПК-1	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
6 Применение оптической голографии для исследования стационарных объектов и медленно протекающих процессов	ПК-1	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Применение оптической голографии для исследования динамических объектов и быстропротекающих процессов	ПК-1	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 78557

8 Методы анализа голографических интерферограмм	ПК-1	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Динамическая голография в методе измерения времени релаксации сред	ПК-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Голографическая запись изменяющихся во времени оптических сигналов в схемах с нестационарной опорной волной	ПК-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков

Согласована на портале № 78557

5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. В каких голограммах интенсивность света «управляет» фазовым сдвигом при прохождении через голограмму
   1) Голограммах Габора
   2) Фазовых
   3) Голограммах Френеля
   4) Амплитудных
2. Что представляет собой интерференционная картина дифракции плоских волн, зарегистрированных в фоточувствительной среде?
   1) зонную пластинку
   2) дифракционную решетку
   3) собирающую линзу
   4) рассеивающую линзу
3. Какой порядок дифракции будет соответствовать распространению падающей волны на интерференционную картину, зарегистрированной в фоточувствительной среде?
   1) 2
   2) 1
   3) 0
   4) -1
4. Что представляет собой голографическая запись сферической волны, зарегистрированная в фоточувствительной среде?
   1) дифракционную решетку
   2) зонную пластинку

Согласована на портале № 78557

3) рассеивающую линзу
4) затрудняюсь ответить

5. На каких явлениях основывается голография?
   1) интерференция и дифракция света
   2) дифракция, рассеяние и поглощение света
   3) интерференция и рассеяние света
   4) теплопроводность и теплообмен
6. Как организована память в голографических запоминающих устройствах?
   1) ассоциативная и объектная организация памяти
   2) магазинная и семантическая организация памяти
   3) матричная и линейная организация памяти
   4) затрудняюсь ответить
7. Что подразумевает термин «цифровая голограмма»?
   1) голограмма, записанная при помощи ЭВМ
   2) голограмма, записанная с использованием цифровой электронной аппаратурой
   3) голограмма, структура которой рассчитана с использованием численных методов
   4) любое цифровое 3D-изображение
8. На чем основан алгоритм синтеза голограмм сложных объектов?
   1) основан на прямом вычислении интеграла Кирхгофа
   2) основан на методе Филона
   3) основан на методе Гаусса
   4) любой вариант верен
9. Что означает термин дискретизация голограмм?
   1) замену голограммы решеткой
   2) разбиение голограммы на части
   3) замену голограммы решеткой с заданным шагом
   4) дискретность голограммы
10. Какие голограммы относятся к плоским?
    1) Для которых критерий $Q < 1$
    2) Для которых критерий $1 < Q < 10$
    3) Для которых критерий $Q > 10$
    4) Для которых критерий $Q < 0$

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Приведите примеры практических схем получения голографической дифракционной решетки и зонной пластинки.
2. Преимущества голографической интерферометрии при сравнении с классической оптической интерферометрией.
3. Аберрационные свойства голографической системы
4. Обращение волнового фронта в голографии
5. Голограммы Габора, Лейта и Упатниекса, Денисюка
6. Цифровая голография (алгоритмы синтеза голограмм сложных объектов, алгоритм восстановления голограмм, алгоритм моделирования голографического процесса на ЭВМ)

9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Метод измерения посредством реальной марки.
2. Метод вибрирующей диафрагмы.
3. Методы голографической интерферометрии для измерения трехмерных объектов.
4. Преобразования в ГЗУ.
5. Вычисление корреляционных функций.
6. Варианты оптических систем.
7. Ассоциативный поиск в ГЗУ.
8. Спектральный анализ изображений по произвольному базису.
9. Исследование искусственных кристаллов.
10. Исследование, тонких пленок.

Согласована на портале № 78557

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Принцип работы схем записи переменного оптического сигнала и извлечения информации.
2. Запись и обработка модулированного оптического сигнала с учетом спектральной ширины модового состава лазерного излучения.
3. Энергетические характеристики голограмм, записанных с нестационарной опорной волной.
4. Фильтрация и корреляционная обработка при голографической записи изменяющихся во времени оптических сигналов.
5. Корреляционная обработка оптической информации с использованием в качестве фильтра изображения объекта.
6. Теоретическое описание схемы, работающей с определением ориентации изображения объекта.
7. Обработка сигналов при регистрации фурье-образа распределения светового поля.
8. Схемы обработки информации с использованием двух выходов модифицированного двухлу- чевого интерферометра.
9. Влияние когерентности излучения на работу интерференционного коррелятора.
10. Пространственная фильтрация в процессе корреляционной обработки.

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Адаптивный голографический интерферометр
2. Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления
3. Двухлучевая интерферометрия

9.1.6. Темы практических заданий

1. Получение голограммных портретов.
2. Алгоритм синтеза голограмм сложных объектов.
3. Алгоритм восстановления голограмм.
4. Алгоритм моделирования голографического процесса на ЭВМ.
5. Дискретизация и квантование голограмм, и критерий выбора минимального числа отсчетов на голограмме
6. Методы анализа интерферограмм диффузно отражающих объектов.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств

Согласована на портале № 78557

телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

Согласована на портале № 78557

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 78557

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 11 от «24» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ЭП	С.С. Шмаков	Разработано, 88e475f2-a75f-42f8-9429-534b8c83ef1e

Согласована на портале № 78557