МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Интеллектуальные системы связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	22	22	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	68	68	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83007

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение физических основ квантовой и оптической электроники и развивающихся на этой основе систем и устройств оптического диапазона.
2. Изучение элементной базы систем оптической обработки информации.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение физических основ, принципов действия, характеристик и параметров приборов и устройств, используемых в оптических системах связи.
2. Изучение квантовых генераторов и усилителей, оптических модуляторов.
3. Изучение фотоприемных устройств, нелинейно-оптических элементов, голографических и интегрально-оптических компонентов.
4. Изучение функциональных возможностей квантовых компьютеров для решения задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.03.01.

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 № 83007

ПК-1. Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	ПК-1.1. Знает типовые методы математического моделирования, используемые в специализируемых прикладных программах для проектирования и разработки радиотехнических систем	Применяет современные методы математического и компьютерного моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач
	ПК-1.2. Умеет выполнять моделирование физических объектов и процессов с использованием специализированных прикладных программ	Использует современное математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач
	ПК-1.3. Владеет типовыми методиками разработки радиоэлектронных средств и их составных частей, в том числе с использованием прикладных программ	Имеет практические навыки математического и компьютерного моделирования объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач

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 3 зачетных единиц, 108 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
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	40	40
Лекционные занятия	22	22
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	68	68
Подготовка к зачету	24	24
Подготовка к тестированию	44	44
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр					

Согласована на портале № 83007

1 Взаимодействие излучения с веществом	4	2	10	16	ПК-1
2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей	4	2	10	16	ПК-1
3 Детектирование оптических сигналов	4	4	12	20	ПК-1
4 Устройства управления оптическим излучением	4	4	12	20	ПК-1
5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники	4	2	12	18	ПК-1
6 Устройства бинарной оптической записи информации. Голографические устройства записи и обработки информации.	2	4	12	18	ПК-1
Итого за семестр	22	18	68	108	
Итого	22	18	68	108	

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
5 семестр			
1 Взаимодействие излучения с веществом	Взаимодействие оптического излучения с квантовыми системами. Общая характеристика задачи взаимодействия поля с веществом. Волновая теория излучения. Взаимодействие бегущих электромагнитных волн с активной средой. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Понятие спонтанного излучения. Средняя продолжительность жизни атома в возбужденном состоянии. Вероятности переходов. Оптические переходы.. Энергетические уровни атомов и молекул. Количество энергетических уровней в интервале энергий на единицу площади. Ширина и форма спектральной линии. Время жизни по спонтанным переходам. Спектральные коэффициенты Эйнштейна. Усиление электромагнитных колебаний. Принцип работы квантовых усилителей и генераторов и пороговые условия генерации. Методы получения инверсной населенности в квантовых генераторах и усилителях. Понятие отрицательной температуры.	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 83007

2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей	Оптические резонаторы. Структуры электрических полей. Схемы оптических резонаторов. Перестраиваемые резонаторы. Устройство и принципы работы лазеров и области их применения. Когерентные источники оптического излучения. Основные типы квантовых генераторов, их устройство. Параметры и характеристики электромагнитного излучения. Пороговые условия генерации и мощность излучения. Полупроводниковые лазеры на двойных гетеропереходах (на GaAs и InP), устройства, основные рабочие характеристики. Моды генерации. Формирование спектра излучения оптических генераторов при неоднородном и однородном уширении спектральной линии. Нелинейные оптические явления. Нелинейное взаимодействие электромагнитных полей. Многофотонные эффекты. Рассеяния Релея, комбинационное и вынужденное рассеяние. Лазерные преобразователи частоты. Трансформация оптического излучения. Шумы усилителей и лазеров. Дробовые шумы. Фликкер шумы. Мощность теплового шума. Эффективная тепловая температура. Оптические квантовые усилители. Возможности квантового усиления в оптических системах.	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 83007

3 Детектирование оптических сигналов	Поглощение света в твердых телах. Явление фотоэффекта. Эффект Дембера. Физические принципы и основные элементы регистрации оптического излучения. Фотогальванический эффект. Фотомагнитоэлектрический эффект. Типы фотоприемников (ФП): полупроводниковые фотоприемники, фотоэлектронные приборы, приборы с внутренним усилением фототока, pin- и лавинные фотоприемные устройства. Параметры и характеристики приемников оптического излучения. Детектирование световых сигналов. Частотная (амплитудная) характеристики, реакция ФП на импульсное излучение, инерционные свойства ФП, Коэффициенты ошибок. Детекторы световых сигналов. Классификация фотоприемников. Шумы приемников излучения.	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Устройства управления оптическим излучением	Модуляция световых сигналов. Электрооптические модуляторы оптического излучения. Модуляция света акустооптическими волнами. Дефлекторы оптического излучения. Применение элементов управления. Непосредственная модуляция полупроводникового лазера по цепи питания.	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники	Когерентно-оптический процессор. Принцип работы. Проблемы ввода информации. Частотные характеристики. Обработка длинных и коротких сигналов. Когерентно-оптический процессор с интегрированием во времени. Многоканальный когерентно-оптический процессор.Согласованная фильтрация сигналов. Обработка цифровых сигналов.	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 83007

6 Устройства бинарной оптической записи информации. Голографические устройства записи и обработки информации.	Оптические среды для записи информации. Реверсивные оптические среды. Принцип голографической записи информации. Основные схемы голографической записи. Оптические устройства бинарной и голографической записи цифровой информации. Распознавание образов. Голографические согласованные фильтры.	2	ПК-1
	Итого	2	
	Итого за семестр	22	
	Итого	22	

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
5 семестр			
1 Взаимодействие излучения с веществом	Расчет энергетических состояний квантовых систем	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей	Взаимодействие излучения с веществом. Спонтанное и вынужденное излучение	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Детектирование оптических сигналов	Расчет условий усиления и генерации колебаний в квантовых системах	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Устройства управления оптическим излучением	Расчет параметров акустооптических модуляторов и дефлекторов	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники	Расчет спектров транспарантов и согласованных фильтров в оптическом процессоре.	2	ПК-1
	Итого	2	
6 Устройства бинарной оптической записи информации. Голографические устройства записи и обработки информации.	Расчет интерференционной картины сигналов в оптическом процессоре. Расчет разрешающей способности Фурье голограмм сигналов.	4	ПК-1
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

Согласована на портале № 83007

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
5 семестр				
1 Взаимодействие излучения с веществом	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-1	Тестирование
	Итого	10		
2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-1	Тестирование
	Итого	10		
3 Детектирование оптических сигналов	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	8	ПК-1	Тестирование
	Итого	12		
4 Устройства управления оптическим излучением	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	8	ПК-1	Тестирование
	Итого	12		
5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	8	ПК-1	Тестирование
	Итого	12		
6 Устройства бинарной оптической записи информации. Голографические устройства записи и обработки информации.	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	8	ПК-1	Тестирование
	Итого	12		
Итого за семестр		68		
Итого		68		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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.	Сам. раб.	

Согласована на портале № 83007

ПК-1	+	+	+	Зачёт, Тестирование

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
5 семестр				
Зачёт	10	15	25	50
Тестирование	10	15	25	50
Итого максимум за период	20	30	50	100
Нарастающим итогом	20	50	100	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. Смирнов, Ю. А. Основы нано- и функциональной электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/211205.

Согласована на портале № 83007

2. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» / А. С. Перин, В. М. Шандаров - 2018. 195 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10352.

7.2. Дополнительная литература

1. Квантовая и оптическая электроника: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», профиль «Оптические системы и сети связи» / А. С. Перин, Л. И. Шангина - 2018. 302 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10350.
2. Душкин, Р. В. Квантовые вычисления и функциональное программирование / Р. В. Душкин. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 232 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/97340.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Квантовая и оптическая электроника: Учебное методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / А. С. Перин, Л. И. Шангина - 2018. 227 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10351.

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

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

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

Учебно- вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко "Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для

Согласована на портале № 83007

проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Информационный стенд - 7 шт.;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Adobe Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- PDFCreator;
- PTC Mathcad 15;

8.3. 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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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.

8.4. 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

Согласована на портале № 83007

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 Взаимодействие излучения с веществом	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Детектирование оптических сигналов	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Устройства управления оптическим излучением	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Устройства бинарной оптической записи информации. Голографические устройства записи и обработки информации.	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 83007

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
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. Когда возникла квантовая электроника?
   а)После 2000г - квантовые компьютеры
   б)В середине 50-х годов

Согласована на портале № 83007

в)В 1875 г. - изобретена электрическая угольная дуговая лампа Павлом Яблочковым.
г)У греков в 345 году факелами уже передавалась информация

2. Какой коэффициент полезного действия газовых и твердотельных лазеров на рубине?
а)Больше 30%
б)Около 75%
в)Около 70%
г)Не более 2%
3. Оптическая электроника или оптоэлектроника является:
а)направлением электротехники для создания и использования светодиодов, оптопар и других изделий в области освещения.
б)основным направлением по созданию квантового компьютера
в)направлением электроники, которая занимается вопросами генерации, хранения и обработки информации с помощью преобразований электрических сигналов в оптические и обратно.
г)интерфейсом между электроникой и оптикой
4. При поглощении фотона энергия атома:
а)увеличивается
б)нейтрализуется
в)уменьшается
г)не изменяется
5. При испускании фотона энергия атома
а)уменьшается
б)увеличивается
в)квантуется
г)не изменяется — фотон не имеет массы
6. Активная квантовая среда это:
а)Наличие большого количества нейтральных фотонов
б)Совокупность квантовых частиц, находящихся на нижнем уровне возбуждения
в)Совокупность квантовых частиц с положительными потерями энергии
г)Совокупность квантовых частиц с отрицательными потерями энергии
7. В лазерном резонаторе зеркала используются:
а)С применением селена
б)с одинаковым коэффициентом отражения близким к 90%
в)с минимальным коэффициентов отражения 10%-15%
г)с разными коэффициентами отражения 99% и 50%
8. Пространственная когерентность лазерного излучения характеризует:
а)основной параметр лазера - его большую мощность.
б)способность создавать интерференцию между задержанными лучами
в)форму волнового фронта, обеспечивая направленность излучения
г)тонкие изменения в фотонном излучении
9. Временная когерентность лазерного излучения характеризует:
а)способность создавать интерференцию между задержанными лучами
б)форму волнового фронта, обеспечивая направленность излучения
в)основной параметр лазера - его большую мощность.
г)тонкие изменения в фотонном излучении
10. Верно ли, что лазер, основанный на генерации электронно-дырочных пар, называется:
а)широкополосным
б)твердотельным на рубине
в)газовым
г)полупроводниковым
11. Свет внутри волокна может распространяться по траектории
а)всегда зигзагообразно, независимо от типа волноводных мод
б)прямолинейной - только вдоль его оси, если он одномодовый
в)зигзагообразной - только, если сечение волновода является круглым
г)связанной со сферой
12. Дефлектор это:
а)мягкий податливый материал

Согласована на портале № 83007

б)устройство с обратной связью
в)устройство для управления оптической шторкой
г)устройство для отклонения луча света

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Квантовые системы со свободным и связанным движением частиц.
2. Энергия свободной и связанной частицы.
3. Причины уширения спектральных линий.
4. Оптическая накачка лазерных активных сред Спектры поглощения, спектры излучения и структуры энергетических уровней.
5. Оптические резонаторы. Типы резонаторов и их характеристика. Основное назначение резонаторов. Какие потери наблюдаются в резонаторе с активной средой.
6. Почему плотность мощности излучения лазеров может достигать очень больших величин.
7. Укажите функции гелия в гелий-неоновом лазере.
8. Сформулируйте принцип работы полупроводникового лазера.
9. Пространственные характеристики излучения ОКГ. Управление пространственными характеристиками лазерного излучения.
10. Акустооптические модуляторы. Дифракция Рамана-Ната, Дифракция Брэгга.

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 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

Согласована на портале № 83007

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:
– 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 № 83007

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 6 от «14» 2 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. СВЧиКР	Н.Д. Хатьков	Разработано, d2c7ff40-c164-4c72-a8d4-afaab77e97bd

Согласована на портале № 83007