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

ОСНОВЫ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовые и оптические системы связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	22	22	часов
Практические занятия	22	22	часов
Самостоятельная работа	64	64	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	3

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 № 79263

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. Элементная база 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. Изучить функциональные возможности квантовых компьютеров для решения задач.

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.02.02.
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 № 79263

ПК-1. Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационн ых сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	ПК-1.1. Знает методы математического и компьютерного моделирование объектов и процессов инфокоммуникацион ных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	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 использовать математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникацион ных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	Использует современное математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач
	ПК-1.3. Владеет навыками математического и компьютерного моделирования объектов и процессов инфокоммуникацион ных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	Имеет практические навыки математического и компьютерного моделирования объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач

Согласована на портале № 79263

ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационн ых систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Знает методы расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникацион ных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Применяет современные методы расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования
	ПК-2.2. Умеет выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникацион ных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Использует расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования
	ПК-2.3. Владеет мтодами расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Применяет основные и актуальные методы расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования
ПК-5. Способен разрабатывать эскизные и технические проекты, технические задания на разработку составных частей систем квантовых коммуникаций	ПК-5.1. Знает методы расчета и проектирования элементов и составных частей систем квантовых коммуникаций	Применяет современные методы расчета и проектирования элементов и составных частей систем квантовых коммуникаций
	ПК-5.2. Умеет разрабатывать эскизные и технические проекты, технические задания на разработку составных частей систем квантовых коммуникаций	Разрабатывает новые, современные эскизные и технические проекты, технические задания на разработку составных частей систем квантовых коммуникаций
	ПК-5.3. Владеет методами расчета и проектирования элементов и составных частей систем квантовых коммуникаций	Применяет современные и актуальные методы расчета и проектирования элементов и составных частей систем квантовых коммуникаций

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

Согласована на портале № 79263

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	44	44
Лекционные занятия	22	22
Практические занятия	22	22
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	64	64
Подготовка к зачету	50	50
Подготовка к тестированию	14	14
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
3 семестр					
1 Взаимодействие излучения с веществом	4	2	10	16	ПК-1, ПК-2, ПК-5
2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей	4	4	10	18	ПК-1, ПК-2, ПК-5
3 Детектирование оптических сигналов	4	4	10	18	ПК-1, ПК-2, ПК-5
4 Устройства управления оптическим излучением	4	4	10	18	ПК-1, ПК-2, ПК-5
5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники	4	4	10	18	ПК-1, ПК-2, ПК-5
6 Устройства бинарной оптической записи информации. Голографические устройства записи и обработки информации.	2	4	14	20	ПК-1, ПК-2, ПК-5
Итого за семестр	22	22	64	108	
Итого	22	22	64	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
3 семестр			

Согласована на портале № 79263

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, ПК-2, ПК-5
	Итого	4	

Согласована на портале № 79263

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, ПК-2, ПК-5
	Итого	4	

Согласована на портале № 79263

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, ПК-2, ПК-5
	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, ПК-2, ПК-5
	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, ПК-2, ПК-5
	Итого	4	

Согласована на портале № 79263

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, ПК-2, ПК-5
	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
3 семестр			
1 Взаимодействие излучения с веществом	Расчет энергетических состояний квантовых систем	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	2	
2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей	Взаимодействие излучения с веществом. Спонтанное и вынужденное излучение	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	4	
3 Детектирование оптических сигналов	Расчет условий усиления и генерации колебаний в квантовых системах	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	4	
4 Устройства управления оптическим излучением	Расчет параметров акустооптических модуляторов и дефлекторов	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	4	
5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники	Расчет спектров транспарантов и согласованных фильтров в оптическом процессоре.	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	4	
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, ПК-2, ПК-5
	Итого	4	
	Итого за семестр	22	
	Итого	22	

Согласована на портале № 79263

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

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
3 семестр				
1 Взаимодействие излучения с веществом	Подготовка к зачету	8	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Тестирование
	Итого	10		
2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей	Подготовка к зачету	8	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Тестирование
	Итого	10		
3 Детектирование оптических сигналов	Подготовка к зачету	8	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Тестирование
	Итого	10		
4 Устройства управления оптическим излучением	Подготовка к зачету	8	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Тестирование
	Итого	10		
5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники	Подготовка к зачету	8	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Тестирование
	Итого	10		
6 Устройства бинарной оптической записи информации. Голографические устройства записи и обработки информации.	Подготовка к зачету	10	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Тестирование
	Итого	14		
Итого за семестр		64		
Итого		64		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины,

Согласована на портале № 79263

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.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	Зачёт, Тестирование
ПК-2	+	+	+	Зачёт, Тестирование
ПК-5	+	+	+	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
3 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)

Согласована на портале № 79263

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.
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

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

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

Согласована на портале № 79263

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 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, 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.

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.

Согласована на портале № 79263

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

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по

Согласована на портале № 79263

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
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.

Согласована на портале № 79263

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
   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

Согласована на портале № 79263

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
    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

Согласована на портале № 79263

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:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 79263

процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 4 от «20» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	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:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	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 № 79263