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 учебной работе
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ И КВАНТОВЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

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: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Кафедра: **сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	12	12	часов
Практические занятия	4	4	часов
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	102	102	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10	10	часов
Контрольные работы	4	4	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144 4	часов з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр	Количество
Зачет	7	
Контрольные работы	7	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 81882

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка студентов в области элементной базы систем оптической связи.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение физических основ, принципов работы и построения оптоэлектронных и квантовых элементов, устройств и приборов, используемых в оптических системах.
2. Изучение характеристик и параметров важнейших приборов и устройств, используемых в оптических системах связи.

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.01.05.
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 № 81882

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	Знает методы математического и компьютерного моделирования оптоэлектронных и квантовых приборов для инфокоммуникационных сетей и систем.
	ПК-1.2. Умеет использовать математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникацион ных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	Умеет использовать основные законы физической и квантовой оптики для математического и компьютерного моделирования оптоэлектронных и квантовых приборов для инфокоммуникационных сетей и систем.
	ПК-1.3. Владеет навыками математического и компьютерного моделирования объектов и процессов инфокоммуникацион ных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	Владеет навыками математического и компьютерного моделирования оптоэлектронных и квантовых приборов и направляющих оптических структур

Согласована на портале № 81882

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	Знает методы расчета и проектирования оптоэлектронных и квантовых приборов и методы оптимизации их характеристик.
	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	Умеет выполнять расчет и проектирование оптоэлектронных и квантовых приборов в соответствии с техническим заданием.
	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	Владеет методами расчета и проектирования оптоэлектронных и квантовых приборов инфокоммуникационных систем.
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	Знает принципы построения, особенности и характеристики квантовых коммуникаций.
	ПК-5.2. Умеет разрабатывать эскизные и технические проекты, технические задания на разработку составных частей систем квантовых коммуникаций	Умеет применять на практике известные методы расчета составных частей систем квантовых коммуникаций.
	ПК-5.3. Владеет методами расчета и проектирования элементов и составных частей систем квантовых коммуникаций	Владеет навыками чтения и изображения схем квантовых коммуникаций на основе современной элементной базы.

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 4 зачетных единиц, 144 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 № 81882

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего	38	38
Лекционные занятия	12	12
Практические занятия	4	4
Лабораторные занятия	8	8
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10	10
Контрольные работы	4	4
Самостоятельная работа обучающихся, всего	102	102
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	38	38
Проработка лекционного материала	36	36
Подготовка к контрольной работе	16	16
Подготовка к лабораторной работе	4	4
Написание отчета по лабораторной работе	8	8
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

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.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
7 семестр								

Согласована на портале № 81882

1 Представление электромагнитного излучения оптического диапазона.	1	-	-	4	-	6	11	ПК-1, ПК-2, ПК-5
2 Параметры и характеристики электромагнитных волн.	3	-	-		-	8	11	ПК-1, ПК-2, ПК-5
3 Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами.	1	-	-		2	8	11	ПК-1, ПК-2, ПК-5
4 Энергетические состояния квантовых систем.	1	1	-		2	12	16	ПК-1, ПК-2, ПК-5
5 Усиление оптического излучения.	1	1	-		2	12	16	ПК-1, ПК-2, ПК-5
6 Физические принципы работы источников оптического излучения. Основные типы оптических квантовых генераторов.	1	1	4		2	18	26	ПК-1, ПК-2, ПК-5
7 Нелинейно-оптические эффекты.	1	-	-		-	8	9	ПК-1, ПК-2, ПК-5
8 Трансформация оптического излучения.	1	-	-		-	8	9	ПК-1, ПК-2, ПК-5
9 Элементы управления оптическим излучением.	1	1	4		2	18	26	ПК-1, ПК-2, ПК-5
10 Физические принципы и основные элементы регистрации оптического излучения.	1	-	-		-	4	5	ПК-1, ПК-2, ПК-5
Итого за семестр	12	4	8	4	10	102	140	
Итого	12	4	8	4	10	102	140	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	СРП, ч	Формируемые компетенции
7 семестр				
1 Представление электромагнитного излучения оптического диапазона.	Волновая теория излучения. Распределение электромагнитных колебаний (ЭМК).	1	0	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	-	
2 Параметры и характеристики электромагнитных волн.	Монохроматичность. Когерентность. Направленность.	3	0	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	3	-	

Согласована на портале № 81882

3 Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами.	Общая характеристика задачи взаимодействия поля с веществом. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитной волной. Квантование свободного электромагнитного поля.	1	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	2	
4 Энергетические состояния квантовых систем.	Энергетические уровни атомов и молекул. Оптические переходы. Ширина и форма спектральных линий.	1	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	2	
5 Усиление оптического излучения.	Возможность усиления и генерации в квантовых системах. Явление насыщения перехода.	1	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	2	
6 Физические принципы работы источников оптического излучения. Основные типы оптических квантовых генераторов.	Некогерентные источники оптического излучения. Когерентные источники оптического излучения. Методы накачки активного вещества. Оптические резонаторы. Пороговые условия генерации и мощность излучения. Формирование спектра излучения оптических генераторов. Газовые оптические квантовые генераторы. Твердотельные лазеры. Полупроводниковые оптические квантовые генераторы. Жидкостные оптические квантовые генераторы.	1	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	2	
7 Нелинейно-оптические эффекты.	Нелинейное взаимодействие электромагнитных полей. Лазерные преобразователи частоты. Параметрическое преобразование частоты. Обращение волнового фронта лазерного пучка. Применение нелинейно-оптических эффектов.	1	0	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	-	
8 Трансформация оптического излучения.	Основные теоретические сведения.	1	0	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	-	
9 Элементы управления оптическим излучением.	Электрооптические модуляторы оптического излучения. Модуляция света акустическими волнами. Дефлекторы оптического излучения. Применение элементов управления оптическим излучением.	1	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	2	
10 Физические принципы и основные элементы регистрации оптического излучения.	Явление фотоэффекта. Параметры приемников излучения светового потока. Типы приемников излучения.	1	0	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	-	
Итого за семестр		12	10	
Итого		12	10	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 81882

1	Контрольная работа	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
2	Контрольная работа	2	ПК-1, ПК-2
	Итого за семестр	4	
	Итого	4	

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			
6 Физические принципы работы источников оптического излучения. Основные типы оптических квантовых генераторов.	Исследование основных параметров газовых и твердотельных лазеров.	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	4	
9 Элементы управления оптическим излучением.	Исследование режима модуляции добротности твердотельного лазера на кристалле YAG:Nd3+	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	4	
	Итого за семестр	8	
	Итого	8	

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
4 Энергетические состояния квантовых систем.	Квантовые переходы. Энергетические уровни, ширина спектральной линии. Усиление и генерация в квантовых системах.	1	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	
5 Усиление оптического излучения.	Усиление и генерация оптического излучения в квантовых системах.	1	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	
6 Физические принципы работы источников оптического излучения. Основные типы оптических квантовых генераторов.	Оптические резонаторы. Условия самовозбуждения оптических квантовых генераторов (ОКГ). Твердотельные, газовые и полупроводниковые оптические квантовые генераторы.	1	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	
9 Элементы управления оптическим излучением.	Электрооптические и акустооптические модуляторы оптического излучения.	1	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	1	

Согласована на портале № 81882

Итого за семестр	4	
Итого	4	

5.6. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Представление электромагнитного излучения оптического диапазона.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Итого	6		
2 Параметры и характеристики электромагнитных волн.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Итого	8		
3 Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Итого	8		

Согласована на портале № 81882

4 Энергетические состояния квантовых систем.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Контрольная работа
	Итого	12		
5 Усиление оптического излучения.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Контрольная работа
	Итого	12		
6 Физические принципы работы источников оптического излучения. Основные типы оптических квантовых генераторов.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Контрольная работа
	Итого	18		
7 Нелинейно-оптические эффекты.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Итого	8		

Согласована на портале № 81882

8 Трансформация оптического излучения.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Итого	8		
9 Элементы управления оптическим излучением.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Контрольная работа
	Итого	18		
10 Физические принципы и основные элементы регистрации оптического излучения.	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Итого	4		
Итого за семестр		102		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		106		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности						Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	

Согласована на портале № 81882

ПК-1	+	+	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование
ПК-2	+	+	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование
ПК-5	+	+	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная 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. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10350.

7.2. Дополнительная литература

1. 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. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10352.

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. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10351.
2. Исследование основных параметров газовых и твердотельных лазеров: Методические указания к лабораторным работам / А. Д. Безпалый, А. Е. Мандель - 2023. 18 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10658.
3. Исследование режима модуляции добротности твердотельного лазера на кристалле YAG:Nd3+: Методические указания к лабораторной работе / А. Д. Безпалый, А. Е. Мандель - 2023. 12 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10655.

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной 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;

Согласована на портале № 81882

– 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. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Безпалый, А. Д. Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства [Электронный ресурс]: электронный курс / А. Д. Безпалый. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2023. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. 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. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

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.

Учебная аудитория для проведения занятий практического и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для выполнения курсовых работ/проектов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice 7.0.6.2;
- Microsoft Windows;

8.2. 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.

Согласована на портале № 81882

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

8.3. 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 Представление электромагнитного излучения оптического диапазона.	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Параметры и характеристики электромагнитных волн.	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами.	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 81882

4 Энергетические состояния квантовых систем.	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Усиление оптического излучения.	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Физические принципы работы источников оптического излучения. Основные типы оптических квантовых генераторов.	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
7 Нелинейно-оптические эффекты.	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Трансформация оптического излучения.	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Элементы управления оптическим излучением.	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 81882

10 Физические принципы и основные элементы регистрации оптического излучения.	ПК-1, ПК-2, ПК-5	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
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.

Согласована на портале № 81882

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. Какие виды квантовых переходов дают возможность генерирования когерентного излучения при взаимодействии электромагнитного поля с квантовыми системами?
   а) Спонтанные переходы.
   б) Индуцированные переходы.
   в) Безызлучательные переходы.
   г) Виртуальные переходы.
2. Продольные моды в резонаторе Фабри-Перо формируются, если при распространении плоской световой волны на его длине укладывается:
   а) Нечетное число полуволн.
   б) Четное число полуволн.
   в) Целое число полуволн.
   г) Все ответы верны.
3. В режиме свободной генерации излучение твердотельного лазера при импульсной накачке представляет собой:
   а) Непрерывное излучение.
   б) Периодическую последовательность импульсов одинаковой амплитуды.
   в) Одиночный импульс с высокой энергией.
   г) Последовательность нерегулярных по частоте и амплитуде импульсов.
4. Какой характер имеет лазерное излучение в режиме синхронизации мод?
   а) Непрерывное излучение.
   б) Периодическую последовательность коротких импульсов с высокой мгновенной мощностью.
   в) Одиночный импульс с высокой энергией.
   г) Мощное некогерентное излучение.
5. Что из себя представляет активная среда в газовых лазерах?
   а) Одноатомный газ.
   б) Газ, смесь газов или смесь газов с парами металлов.
   в) Двухатомный газ.
   г) Нет верного ответа.
6. Какой должна быть энергия фотона для его поглощения в полупроводниковом материале?
   а) Больше ширины запрещенной зоны полупроводника.
   б) Меньше ширины запрещенной зоны полупроводника.
   в) Меньше половины ширины запрещенной зоны полупроводника.
   г) Нет верного ответа.
7. Что представляет из себя полупроводниковый гетеропереход?
   а) Контакт двух полупроводников с разной шириной запрещенных зон.
   б) Область полупроводника с изменением типа проводимости.
   в) Контакт двух полупроводников с одинаковой шириной запрещенных зон.
   г) Нет верного ответа.
8. Возможно ли достижение состояния с инверсией населенностей в p-n переходе?
   а) Да.
   б) Нет.

Согласована на портале № 81882

в) Возможно только при равенстве нулю абсолютной температуры среды.
г) Оно существует в таком переходе всегда.

9. Нужен ли оптический резонатор для работы светодиода?
   а) Да.
   б) Не обязателен.
   в) Нужен, в виде внешнего резонатора Фабри-Перо.
   г) Нет верного ответа.
10. Какое устройство называют оптическим усилителем?
   а) Оптическое устройство для усиления электрических сигналов.
   б) Радиоэлектронный прибор для усиления оптических сигналов.
   в) Оптический элемент или устройство для усиления светового поля.
   г) Нет верного ответа.
11. В чем суть электрооптического эффекта?
   а) Это усиление электрических сигналов при воздействии света на среду.
   б) Это изменение оптического поглощения в среде при воздействии электрического поля.
   в) Это изменение показателя преломления среды при воздействии электрического поля.
   г) Нет верного ответа.
12. При каком смещении работает полупроводниковый фотодиод на основе p-n перехода?
   а) При прямом.
   б) При обратном.
   в) При прямом смещении, близком к напряжению пробоя.
   г) Нет верного ответа.
13. Параметры каких элементов могут меняться при воздействии света?
   а) Проводников.
   б) Полупроводников.
   в) Полупроводниковых и диэлектрических.
   г) Нет верного ответа.
14. Зависят ли шумовые характеристики фотодиода от температуры?
   а) Нет.
   б) Да.
   в) Это основной принцип работы фотодиода.
   г) Нет верного ответа.
15. При какой величине напряженности электрического поля в световой волне проявляется оптическая нелинейность материала?
   а) Если она больше напряженности внутриатомного поля.
   б) Если она сравнима с напряженностью внутриатомного поля.
   в) Если она больше напряженности электрического поля, соответствующей электрическому пробою среды.
   г) Нет верного ответа.
16. Какова основная цель при реализации эффектов параметрического усиления?
   а) Генерирование длинноволнового излучения при коротковолновой накачке.
   б) Генерирование коротковолнового излучения при длинноволновой накачке.
   в) Генерация второй гармоники излучения накачки.
   г) Нет верного ответа.
17. Может ли наблюдаться эффект самофокусировки светового пучка в оптически изотропной среде?
   а) Да.
   б) Нет.
   в) Он наблюдается только в электрооптических кристаллах.
   г) Нет верного ответа.
18. Возможно ли поглощение света в среде, если энергия фотона меньше ширины запрещенной зоны?
   а) Да.
   б) Нет.
   в) Да, если энергия фотона чуть больше половины ширины запрещенной зоны, а интенсивность света очень высока.
   г) ПНет верного ответа.

Согласована на портале № 81882

19. Изменяется ли частота света при Рэлеевском рассеянии?
    а) Да.
    б) Нет.
    в) Она изменяется при любом рассеянии.
    г) Нет верного ответа.
20. В чем заключается основное отличие голографии от фотографии?
    а) Голографический принцип позволяет сохранить информацию о частоте излучения.
    б) Голографический принцип позволяет сохранить информацию о фазе светового поля.
    в) Голографический принцип позволяет сохранить информацию об интенсивности светового поля.
    г) Нет верного ответа.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

Приведены примеры типовых заданий, составленных по пройденным разделам дисциплины.

1. Постоянная Планка, связь между частотой и энергией, импульсом и волновым вектором фотона.
2. Правило частот Бора.
3. Волна де Бройля, физический смысл волновой функции.
4. Уравнение Шредингера.
5. Типичная структура системы энергетических уровней молекулы.
6. Виды квантовых переходов (спонтанные и индуцированные переходы).
7. Различия в характеристиках спонтанного и индуцированного излучения.
8. Коэффициенты Эйнштейна для спонтанных и индуцированных переходов. Соотношение между коэффициентами Эйнштейна.
9. Механизмы уширения спектральных линий для активных сред в разном агрегатном состоянии. Естественная ширина спектральной линии. Однородное и неоднородное уширение.
10. Условия усиления колебаний в квантовых системах.
11. Понятие отрицательной температуры (инверсии населенностей).
12. Кинетические уравнения для двухуровневой квантовой системы.
13. Взаимодействие плоской световой волны с активной средой.
14. Способы достижения инверсии населенностей в квантовых системах.
15. Открытый оптический резонатор. Продольные и поперечные моды в резонаторе Фабри-Перо. Соотношения для собственных частот продольных мод и межмодового расстояния.
16. Добротность открытого оптического резонатора.
17. Перестраиваемые оптические резонаторы. Селекция продольных и поперечных мод.
18. Многослойные диэлектрические покрытия и интерференционные фильтры.
19. Условия самовозбуждения лазера.
20. Трех- и четырехуровневые лазеры. Стационарные режимы работы лазеров. Оптимальная обратная связь. Импульсные режимы. Синхронизация мод. Модуляция добротности.
21. Типы газовых лазеров. Основные отличия атомарных, ионных и молекулярных лазеров.
22. Твердотельные лазеры. Особенности накачки.
23. Особенности волоконно-оптических лазеров.
24. Материалы полупроводниковой оптоэлектроники. Условия поглощения и излучения света в полупроводнике. Твердые растворы замещения.
25. Инжекционный полупроводниковый лазер. Принцип работы.
26. Гетеропереходы, основные преимущества перед гомопереходами.
27. Полупроводниковый гетеролазер.
28. Полупроводниковые лазеры на сверхрешетках.
29. Светоизлучающие диоды. Особенности конструкции и основные отличия полупроводниковых светодиодов и лазеров.
30. Оптические усилители. Полупроводниковые и волоконные усилители.
31. Акустооптические модуляторы и дефлекторы света.
32. Электрооптические элементы управления оптическим излучением.
33. Фотодиоды на основе p-n перехода, p-i-n диоды, ЛФД.
34. Шумовые характеристики лазеров.
35. Шумовые характеристики фотоприемников.

Согласована на портале № 81882

36. Нелинейная поляризация среды.
37. Генерация оптических гармоник.
38. Эффект параметрического усиления света.
39. Пространственное самовоздействие световых пучков.
40. Многофотонные нелинейно-оптические эффекты.
41. Рассеяние света. Рассеяние Рэлея, комбинационное рассеяние, вынужденное рассеяние света.
42. Эффект временных и пространственных оптических солитонов.
43. Физические основы голографии.
44. Элементы интегральной оптики.
45. Оптические устройства информатики.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Постоянная Планка и энергия кванта. Квантовые переходы. Ширина спектральной линии. Механизмы уширения спектральных линий.
2. Расчет характеристик оптических резонаторов. Добротность оптических резонаторов.
3. Расчет условий усиления и генерации колебаний в квантовых системах.
4. Оптоэлектронные устройства на основе одно-, двух-, трех- и четырехкомпонентных полупроводников.
5. Расчет характеристик планарных интегрально-оптических элементов.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование основных параметров газовых и твердотельных лазеров.
2. Исследование режима модуляции добротности твердотельного лазера на кристалле YAG:Nd3+

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 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

Согласована на портале № 81882

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 процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 81882

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
Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.Д. Безпалый	Разработано, 79979ee5-e57e-4e4d-b64d-7426d6ed9f58

Согласована на портале № 81882