

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

**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: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**  
Кафедра: **сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧКР)**  
Курс: **2**  
Семестр: **4**  
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	8	8	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	4	4	часов
Практические занятия	4	4	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	2	2	часов
Самостоятельная работа	82	82	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
		3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр	Количество
Зачет	4	
Контрольные работы	4	1

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

Томск

## 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.01.02.

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
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		

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 методы математического и компьютерного моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных 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 инфокоммуникационных 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 инфокоммуникационных 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

ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных 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 инфокоммуникационных 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 инфокоммуникационных 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 методами 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

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	22	22
Лекционные занятия	8	8
Практические занятия	4	4
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8
Контрольные работы	2	2
<b>Самостоятельная работа обучающихся, всего</b>	82	82
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	52	52
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к контрольной работе	12	12
<b>Подготовка и сдача зачета</b>	4	4
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	108	108
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	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	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
<b>4 семестр</b>							
1 Элементы квантовой оптики	2	2	2	2	32	40	ПК-1, ПК-2, ПК-5
2 Оптика ограниченных световых пучков	2	-		2	16	20	ПК-1, ПК-2, ПК-5
3 Распространение оптических волн в материальных средах.	2	-		2	18	22	ПК-1, ПК-2, ПК-5
4 Элементы Фурье – оптики	2	2		2	16	22	ПК-1, ПК-2, ПК-5
Итого за семестр	8	4	2	8	82	104	
Итого	8	4	2	8	82	104	

### 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
<b>4 семестр</b>				

1 Элементы квантовой оптики	Постоянная Планка Постулаты Бора Корпускулярно – волновой дуализм Физическая интерпретация волн де Бройля Соотношения неопределенностей Уравнение Шредингера Операторы Гармонический осциллятор Взаимодействие излучения с атомными системами Энергетические уровни Квантовые переходы Соотношения между коэффициентами Эйнштейна Форма и ширина спектральной линии Естественная ширина спектральной линии Уширение спектральной линии из-за столкновений Допплеровское уширение спектральной линии	2	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	2	2	
2 Оптика ограниченных световых пучков	Угловой спектр плоских волн Параболическое уравнение Круговой гауссов пучок Угловой спектр гауссова пучка Гауссовы пучки высших порядков	2	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	2	2	
3 Распространение оптических волн в материальных средах.	Дисперсия показателя преломления диэлектрической среды Распространение света в направляющих структурах Электромагнитная теория планарного волновода. Дисперсионное уравнение планарного волновода Анализ дисперсионного уравнения	2	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	2	2	
4 Элементы Фурье – оптики	Преобразование Фурье в когерентной оптической системе. Некоторые математические операции, реализуемые в оптической системе Обратное преобразование Фурье оптического сигнала Пространственная фильтрация в когерентной оптической системе	2	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	2	2	
Итого за семестр		8	8	
Итого		8	8	

### 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
<b>4 семестр</b>			
1	Контрольная работа	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5

Итого за семестр	2	
Итого	2	

#### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

#### 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
<b>4 семестр</b>			
1 Элементы квантовой оптики	Оптические квантовые генераторы (ОКГ)	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	2	
4 Элементы Фурье – оптики	Оптические управляющие устройства	2	ПК-1, ПК-2, ПК-5
	Итого	2	
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
<b>4 семестр</b>				
1 Элементы квантовой оптики	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	28	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Итого	32		
2 Оптика ограниченных световых пучков	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Контрольная работа
	Итого	16		

3 Распространение оптических волн в материальных средах.	Проработка лекционного материала	6	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Контрольная работа
	Итого	18		
4 Элементы Фурье – оптики	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Контрольная работа
	Итого	16		
Итого за семестр		82		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		86		

### 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.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Тестирование
ПК-2	+	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Тестирование
ПК-5	+	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Тестирование

### 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 7.1. Основная 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>.

#### 7.2. Дополнительная литература

1. Квантовая и оптическая электроника: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «Радиотехника», «Радиоэлектронные системы и комплексы», «Специальные радиотехнические системы» / А. С. Перин, Л. И. Шангина - 2018. 302 с. Доступ из личного кабинета студента. [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. Доступ из личного кабинета студента. [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 направлениям подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «Радиотехника», «Радиоэлектронные системы и комплексы», «Специальные радиотехнические системы» / А. С. Перин, Л. И. Шангина - 2018. 227 с. Доступ из личного кабинета студента. [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 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. Иное учебно-методическое обеспечение**

1. Борисов В.П. Физика [Электронный ресурс]: электронный курс / В.П. Борисов - Томск: ТУСУР, ФДО, 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;
- 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.

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 видеувеличителей 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 Элементы квантовой оптики	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Оптика ограниченных световых пучков	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Распространение оптических волн в материальных средах.	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Элементы Фурье – оптики	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		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 <b>ориентирования</b> , 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 <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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

- Когда возникла квантовая электроника?
  - После 2000г - квантовые компьютеры
  - В середине 50-х годов
  - В 1875 г. - изобретена электрическая угольная дуговая лампа Павлом Яблочковым.
  - У греков в 345 году факелами уже передавалась информация
- Какой коэффициент полезного действия газовых и твердотельных лазеров на рубине?
  - Больше 30%
  - Около 75%
  - Около 70%
  - Не более 2%
- Оптическая электроника или оптоэлектроника является:
  - направлением электротехники для создания и использования светодиодов, оптопар и других изделий в области освещения.
  - основным направлением по созданию квантового компьютера
  - 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
    - б)устройство с обратной связью
    - в)устройство для управления оптической шторкой
    - г)устройство для отклонения луча света

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета

Приведены примеры типовых заданий, составленных по пройденным разделам дисциплины.

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.

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Пространственная фильтрация в оптической системе
2. Пространственный спектр в оптической системе и примеры аналогов спектра во временной области.

## 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 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.

## 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	Н.Д. Хатьков	Разработано, d2c7ff40-c164-4c72- a8d4-afaab77e97bd
---------------------	--------------	--