

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**  
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**  
Направленность (профиль) / специализация: **Элементная база квантовых технологий**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**  
Кафедра: **электронных приборов (ЭП)**  
Курс: **4**  
Семестр: **7**  
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Курсовая работа	18	18	часов
Самостоятельная работа	74	74	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость	180	180	часов
(включая промежуточную аттестацию)	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	7
Курсовая работа	7

Томск

Согласована на портале № 81334

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью освоения дисциплины является овладение основными понятиями современных областей квантовых технологий, обзор элементной базы современных квантовых технологий.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить фундаментальные основы квантовых технологий.
2. Ознакомиться и изучить элементную базу квантовых технологий.

## 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.02.19.

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-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения, использующих квантовые технологии	ПК-2.1. Знает методики экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения, использующих квантовые технологии	Знать методики экспериментальных исследований таких приборов, как лазеры, оптические интерферометры, оптические модуляторы
	ПК-2.2. Умеет проводить экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения, использующих квантовые технологии	Уметь проводить экспериментальные исследования таких установок как лазеры, оптические интерферометры, оптические детекторы, оптические модуляторы
	ПК-2.3. Владеет современными методами расчета и проектирования приборов и установок различного функционального назначения, использующих квантовые технологии	Владеть методами проектирования и расчета таких установок, как оптические интерферометры, оптические модуляторы, оптические детекторы

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

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

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	70	70
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Курсовая работа	18	18
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	74	74
Написание отчета по курсовой работе	26	26
Подготовка к тестированию	28	28
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	20	20
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	36	36
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	180	180
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	5	5

#### 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Курс. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>							
1 Квантовые вычисления	6	18	4	18	28	74	ПК-2
2 Квантовые коммуникации	6	-	12		26	44	ПК-2
3 Квантовые сенсоры	6	-	-		20	26	ПК-2
Итого за семестр	18	18	16	18	74	144	
Итого	18	18	16	18	74	144	

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>			
1 Квантовые вычисления	Основные понятия и принципы квантовых вычислений	6	ПК-2
	Итого	6	
2 Квантовые коммуникации	Основные понятия и принципы квантовых коммуникаций. Структура схем квантовых коммуникаций	6	ПК-2
	Итого	6	
3 Квантовые сенсоры	Основные принципы создания квантовых сенсоров	6	ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

### 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
<b>7 семестр</b>			
1 Квантовые вычисления	Волновая оптика. Интерференция. Дифракция. Поляризация	6	ПК-2
	Квантовая природа света	6	ПК-2
	Волновые свойства частиц и уравнение Шредингера	6	ПК-2
	Итого	18	
Итого за семестр		18	

Итого	18	
-------	----	--

#### 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
<b>7 семестр</b>			
1 Квантовые вычисления	Электрооптическая модуляция оптического излучения	4	ПК-2
	Итого	4	
2 Квантовые коммуникации	Изучение основных явлений интерференции света с помощью интерферометра Майкельсона	4	ПК-2
	Исследование электрооптического эффекта в нелинейных оптических кристаллах на базе интерферометра Маха-Цендера	4	ПК-2
	Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера	4	ПК-2
	Итого	12	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

#### 5.5. Курсовая работа

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>		
Выдача индивидуальных заданий, обсуждение этапов выполнения курсовой работы, знакомство с экспериментальной установкой или методикой расчета	2	ПК-2
Обсуждение составленного обзора литературы и описания экспериментальной установки и методики эксперимента, или методики проведения расчета	4	ПК-2
Проведение эксперимента или инженерного расчета и обсуждение полученных результатов	8	ПК-2
Сдача отчет на проверку и публичная защита по подготовленной презентации	4	ПК-2
Итого за семестр		18
Итого		18

Примерная тематика курсовых работ:

1. Исследование волноводных мод планарных градиентных оптических волноводов
2. Исследование самодифракции световых волн на отражательных фоторефрактивных решетках
3. Исследование пространственного оптического солитона
4. Исследование встречного двухволнового взаимодействия в кристалле класса силенитов

- при фазовой модуляции сигнального пучка  
5. Исследование двухпучкового взаимодействия света на динамической голограмме

### 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
<b>7 семестр</b>				
1 Квантовые вычисления	Написание отчета по курсовой работе	8	ПК-2	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	10	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	28		
2 Квантовые коммуникации	Написание отчета по курсовой работе	8	ПК-2	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	8	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	26		
3 Квантовые сенсоры	Написание отчета по курсовой работе	10	ПК-2	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	10	ПК-2	Тестирование
	Итого	20		
Итого за семестр		74		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		110		

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

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

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности					Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Курс. раб.	Сам. раб.	

ПК-2	+	+	+	+	+	Курсовая работа, Лабораторная работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование, Экзамен
------	---	---	---	---	---	---

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
<b>7 семестр</b>				
Лабораторная работа	0	20	20	40
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	10	30	30	100
Нарастающим итогом	10	40	70	100

Балльные оценки для курсовой работы представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсовой работы

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
<b>7 семестр</b>				
Отчет по курсовой работе	25	25	50	100
Итого максимум за период	25	25	50	100
Нарастающим итогом	25	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	В (очень хорошо)
	75 – 84	С (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
65 – 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 – 64	E (посредственно)
	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Введение в оптическую физику: Учебное пособие / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов, А. С. Акрестина - 2023. 252 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/11001>.

2. Байков, Ю. А. Квантовая механика : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 294 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/151548>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Моргунов, Р. Б. Физические основы квантовых вычислений : учебное пособие / Р. Б. Моргунов, О. В. Коплак, О. С. Дмитриев. — Тамбов : ТГТУ, 2017. — 98 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/319688>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электрооптическая модуляция оптического излучения: Методические указания по лабораторной работе / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов, А. Шмидт - 2024. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/11015>.

2. Изучение основных явлений интерференции света с помощью интерферометра Майкельсона: Методические указания по лабораторной работе / В. И. Быков, К. П. Мельник, А. Шмидт - 2024. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/11018>.

3. Исследование электрооптического эффекта в нелинейных оптических кристаллах на базе интерферометра Маха-Цендера: Методические указания по лабораторной работе / В. И. Быков, К. П. Мельник, А. Шмидт - 2024. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/11020>.

4. Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера: Методические указания по лабораторной работе / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов, А. Шмидт - 2024. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/11014>.

5. Аплеснин, С. С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике : учебное пособие / С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/210797>.

6. Оптическая физика: методические указания по выполнению курсовой работы / Н. И. Буримов, С. М. Шандаров, А. Шмидт - 2024. 11 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/11004>.

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

#### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

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

### **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

#### **8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

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

#### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

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

Описание имеющегося оборудования:

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

#### **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 111 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Учебный стенд "Оптика" - 2 шт.;
- Генератор АКПП-3409/3 - 2 шт.;
- Источник питания "Марс";
- Генератор Г5-54;
- Генератор функциональный АКТАКОМ АНР-3121;
- Мультиметр: DT 0205A, S-Line DT-830B;
- Осциллограф: Tektronix TBS2000, Rigol;
- Мультиметр Mastech MY68;
- Лабораторные стенды "Электрооптический эффект" - 2 шт., "Фазовый портрет" - 2 шт.;
- Лабораторный стенд "Полупроводниковые фотоприемники";
- Лабораторный стенд "Полупроводниковый лазер";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

#### **8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсовой работы**

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа,

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

Описание имеющегося оборудования:

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

### **8.5. 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.

### **8.6. 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 Квантовые вычисления	ПК-2	Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Квантовые коммуникации	ПК-2	Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Квантовые сенсоры	ПК-2	Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

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

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
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

1. Модель квантовых вычислений эффективнее, чем модель двоичных?
  - а. Да, кванты позволяют выполнять операции быстрее.
  - б. Нет, кванты хорошо подходят только для определённых задач.
2. Главное отличие квантового компьютера от обычного — он работает с помощью кубитов.
  - а. чем кубит отличается от классического бита?
  - б. Кубит находится в состоянии суперпозиции.
  - в. Кубит работает в троичной системе: ноль, единица, время.
  - г. Кубит находится в состоянии памяти: хранит все совершённые операции с нулями и единицами.
3. Если кубит находится в состоянии суперпозиции, то как будут между собой взаимодействовать несколько кубитов?
  - а. Они будут проводить вычисления независимо друг от друга.
  - б. Вся система будет находиться в состоянии суперпозиции.
4. В компьютерах биты реализованы с помощью транзисторов. Кубитам же нужна другая

- аппаратная часть — квантовый объект. Как он устроен?
- а. Объект удерживают кванты, и в течение некоторого времени на нём выполняются операции.
  - б. В объекте находятся два кванта, которым задаёт значение оператор.
  - в. Объект вращается вокруг оси, создаёт гравитацию и производит вероятностные вычисления.
5. С какой целью кванты «удерживаются» для вычислений в специальных объектах?
    - а. Для вычислений подходят только определённые кванты.
    - б. На кванты влияет практически всё вокруг, поэтому они нестабильны.
    - в. В квантовом компьютере образуется антиматерия, которая сталкивается с обычной материей и исчезает.
  6. Один из способов измерить мощность квантового компьютера — это достигнуть «квантового превосходства», когда устройство может решить проблему, недоступную обычному компьютеру. Прецеденты уже были?
    - а. Да, но есть нюансы.
    - б. Ещё нет и не скоро будут.
  7. Будет ли дискредитирована современная криптография в случае изобретения полноценного квантового компьютера?
    - а. Нет, такого не будет.
    - б. Да, такое может быть.
  8. Квантовые вычисления можно делать даже на домашнем ноутбуке?
    - а. Да, можно.
    - б. Не получится — слишком разные системы.
  9. Квантовые компьютеры прямо сейчас объединяют в сети: они могут передавать друг другу квантовую информацию на расстоянии?
    - а. Всё так, только передают не квантовые единицы информации, а двоичные.
    - б. Таких систем ещё нет.
  10. Если квантовые компьютеры работают с вероятностями, то в них не бывает ошибок, верно?
    - а. Да, ошибок нет, потому что можно копировать информацию с помощью квантов и отслеживать их изменения.
    - б. Нет, ошибки возможны, потому что кванты устойчивы только в логических блоках

### **9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов**

1. Основные элементы квантового компьютера.
2. Квантовая телепортация.
3. Квантовый код, исправляющий амплитудные или фазовые ошибки, с тремя кубитами
4. Условия, необходимые для выполнения квантовых вычислений
5. Линейный оптический квантовый компьютер. Фотонные интегральные схемы.

### **9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсовой работы**

1. Планарные градиентные оптические волноводы
2. Явление самодифракции световых волн на отражательных фоторефрактивных решетках
3. Пространственный оптический солитон
4. Двухпучковое взаимодействие света на динамической голограмме
5. Динамическая голограмма в фоторефрактивном кристалле

### **9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых работ**

1. Исследование волноводных мод планарных градиентных оптических волноводов
2. Исследование самодифракции световых волн на отражательных фоторефрактивных решетках
3. Исследование пространственного оптического солитона
4. Исследование встречного двухволнового взаимодействия в кристалле класса силенитов при фазовой модуляции сигнального пучка
5. Исследование двухпучкового взаимодействия света на динамической голограмме

### **9.1.5. Темы лабораторных работ**

1. Электрооптическая модуляция оптического излучения
2. Изучение основных явлений интерференции света с помощью интерферометра Майкельсона
3. Исследование электрооптического эффекта в нелинейных оптических кристаллах на базе интерферометра Маха-Цендера
4. Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера

## 9.2. Методические рекомендации

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

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

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

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

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

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

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
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 ЭП  
протокол № 11 от «24» 11 2023 г.

### СОГЛАСОВАНО:

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

### ЭКСПЕРТЫ:

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

### РАЗРАБОТАНО:

и.о. заведующего кафедрой, каф. ЭП	Н.И. Буримов	Разработано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca
------------------------------------	--------------	--