

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

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

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: **3, 4**

Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 3 семестр | 4 семестр | Всего | Единицы |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия | 2 | 6 | 8 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 2 | 4 | 6 | часов |
| Практические занятия | 2 | 2 | 4 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | | 2 | 2 | часов |
| Самостоятельная работа | 32 | 58 | 90 | часов |
| Контрольные работы | | 2 | 2 | часов |
| Подготовка и сдача зачета | | 4 | 4 | часов |
| Общая трудоемкость | 36 | 72 | 108 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | | | 3 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр | Количество |
|--------------------------------|---------|------------|
| Зачет | 4 | |
| Контрольные работы | 4 | 1 |

Томск

Согласована на портале № 81283

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 |
|---|-----------------------------------|---|
| Универсальные компетенции | | |
| - | - | - |
| Общепрофессиональные компетенции | | |
| - | - | - |
| Профессиональные компетенции | | |

| | | |
|---|---|---|
| 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 | |
|--|-------------|-----------|-----------|
| | | 3 семестр | 4 семестр |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего | 14 | 4 | 10 |
| Лекционные занятия | 8 | 2 | 6 |
| Практические занятия | 4 | 2 | 2 |
| Контрольные работы | 2 | | 2 |
| Самостоятельная работа обучающихся, всего | 90 | 32 | 58 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 62 | 32 | 30 |
| Проработка лекционного материала | 16 | | 16 |
| Подготовка к контрольной работе | 12 | | 12 |
| Подготовка и сдача зачета | 4 | | 4 |
| Общая трудоемкость (в часах) | 108 | 36 | 72 |
| Общая трудоемкость (в з.е.) | 3 | 1 | 2 |

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 |
|--|--------------|---------------|-------------|---------|--------------|--|-------------------------|
| 3 семестр | | | | | | | |
| 1 Элементы квантовой оптики | 2 | 2 | - | - | 32 | 36 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| Итого за семестр | 2 | 2 | 0 | 0 | 32 | 36 | |
| 4 семестр | | | | | | | |
| 2 Оптика ограниченных световых пучков | 2 | - | 2 | - | 20 | 24 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| 3 Распространение оптических волн в материальных средах. | 2 | - | | - | 18 | 20 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| 4 Элементы Фурье – оптики | 2 | 2 | | - | 20 | 24 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| Итого за семестр | 6 | 2 | 2 | 0 | 58 | 68 | |
| Итого | 8 | 4 | 2 | 0 | 90 | 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 |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------|-------------------------|
| 3 семестр | | | | |

| | | | | |
|--|--|---|---|------------------|
| 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 | - | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 2 | - | |
| Итого за семестр | | 2 | - | |
| 4 семестр | | | | |
| 2 Оптика ограниченных световых пучков | Угловой спектр плоских волн Параболическое уравнение Круговой гауссов пучок Угловой спектр гауссова пучка Гауссовы пучки высших порядков | 2 | - | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 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 | - | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 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 | - | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 2 | - | |
| Итого за семестр | | 6 | - | |
| Итого | | 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 |
|--------|------------------------|-----------------|-------------------------|
|--------|------------------------|-----------------|-------------------------|

| 4 семестр | | | |
|------------------|--------------------|---|------------------|
| 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 |
|------------------------------------|---|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |
| 1 Элементы квантовой оптики | Оптические квантовые генераторы (ОКГ) | 2 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 2 | |
| 4 семестр | | | |
| 4 Элементы Фурье – оптики | Оптические управляющие устройства | 2 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 2 | |
| 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 |
|------------------------------------|--|-----------------|-------------------------|----------------|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Элементы квантовой оптики | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 32 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Тестирование |
| | Итого | 32 | | |
| Итого за семестр | | 32 | | |
| 4 семестр | | | | |

| | | | | |
|---|---|----|---------------------|------------------------|
| 2 Оптика ограниченных световых пучков | Проработка лекционного материала | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Зачёт |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 10 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Зачёт, Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Контрольная работа |
| | Итого | 20 | | |
| 3 Распространение оптических волн в материальных средах. | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Зачёт |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 10 | 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 | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Зачёт |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 10 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Зачёт, Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Контрольная работа |
| | Итого | 20 | | |
| Итого за семестр | | 58 | | |
| | Подготовка и сдача зачета | 4 | | Зачет |
| Итого | | 94 | | |

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. | 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

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Лаборатория учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
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 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 Элементы квантовой оптики | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | 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 ориентирования , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на репродуктивном уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на системном уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

- 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 |
|---------------------|--------------|--|