**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Квантовая и оптическая электроника

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем**
Направленность (профиль) / специализация: **Защита информации в системах связи и управления**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**
Кафедра: **БИС, Кафедра безопасности информационных систем**
Курс: **5**
Семестр: **10**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 10 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 28 | 28 | часов |
| 2 | Практические занятия | 28 | 28 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 56 | 56 | часов |
| 4 | Из них в интерактивной форме | 16 | 16 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 52 | 52 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е. |

Зачет: 10 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 31697

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от «24» 5 2018 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, утвержденного 16.11.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. СВЧиКР | _____ | Н. Д. Хатьков |
| Заведующий каф. СВЧиКР | _____ | С. Н. Шарангович |
| Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР | _____ | С. Н. Шарангович |

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан ФБ | _____ | Е. М. Давыдова |
| Заведующий выпускающей каф. БИС | _____ | Р. В. Мещеряков |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) | _____ | А. Ю. Попков |
| Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) | _____ | С. И. Богомолов |
| Доцент кафедры безопасности информационных систем (БИС) | _____ | О. О. Евсютин |

Согласована на портале № 31697

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является:

-изучение физических основ квантовой и оптической электроники и развивающихся на этой основе систем и устройств оптического диапазона

- элементная база систем оптической обработки информации

### 1.2. Задачи дисциплины

– Задачами дисциплины является изучение:

– - изучение физических основ, принципов действия, характеристик и параметров приборов и устройств, используемых в оптических системах связи.

– - изучение квантовых генераторов и усилителей, оптических модуляторов, фотоприемных устройств, нелинейно-оптических элементов, голографических и интегрально-оптических компонентов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Квантовая и оптическая электроника» (Б1.Б.33) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математический анализ, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач;

– ПК-4 способностью участвовать в разработке компонентов телекоммуникационных систем;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** -физические основы и принципы построения оптоэлектронных и квантовых компонентов телекоммуникационных систем ;

– **уметь** - выполнять расчеты, связанные с выбором режимов работы и определением параметров оптоэлектронных и квантовых компонентов телекоммуникационных систем;

– **владеть** - навыками расчетов оптоэлектронных и квантовых компонентов телекоммуникационных систем;

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 10 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 56 | 56 |
| Лекции | 28 | 28 |
| Практические занятия | 28 | 28 |
| Из них в интерактивной форме | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 52 | 52 |
| Проработка лекционного материала | 12 | 12 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 40 | 40 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |

Согласована на портале № 31697

| | | |
|---|---|---|
| Общая трудоемкость, ч | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы | 3.0 | 3.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 семестр | | | | | |
| 1 Взаимодействие излучения с веществом | 4 | 4 | 10 | 18 | ОПК-3, ПК-4 |
| 2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей | 4 | 4 | 10 | 18 | ОПК-3, ПК-4 |
| 3 Детектирование световых сигналов | 6 | 6 | 8 | 20 | ОПК-3, ПК-4 |
| 4 Устройства управления оптическим излучением | 6 | 6 | 8 | 20 | ОПК-3, ПК-4 |
| 5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники | 2 | 2 | 8 | 12 | ОПК-3, ПК-4 |
| 6 Устройства бинарной оптической записи информации. Голографические устройства записи и обработки информации. | 6 | 6 | 8 | 20 | ОПК-3, ПК-4 |
| Итого за семестр | 28 | 28 | 52 | 108 | |
| Итого | 28 | 28 | 52 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины (по лекциям) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 10 семестр | | | |
| 1 Взаимодействие излучения с веществом | Взаимодействие оптического излучения с квантовыми системами. Общая характеристика задачи взаимодействия поля с веществом. Волновая теория излучения. Взаимодействие бегущих электромагнитных волн с активной средой. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Понятие спонтанного излучения. Средняя продолжительность жизни атома в возбужденном состоянии. Вероятности переходов. Оптические переходы.. Энергетические уровни атомов и молекул. Количество энергетических уровней в интер- | 4 | ОПК-3, ПК-4 |

Согласована на портале № 31697

| | | | |
|---|---|---|---|
| | вале энергий на единицу площади. Ширина и форма спектральной линии. Время жизни по спонтанным переходам. Спектральные коэффициенты Эйнштейна. Усиление электромагнитных колебаний. Принцип работы квантовых усилителей и генераторов и пороговые условия генерации. Методы получения инверсной населенности в квантовых генераторах и усилителях. Понятие отрицательной температуры. | | |
| | Итого | 4 | |
| 2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей | Оптические резонаторы. Структуры электрических полей. Схемы оптических резонаторов. Перестраиваемые резонаторы. Устройство и принципы работы лазеров и области их применения. Когерентные источники оптического излучения. Основные типы квантовых генераторов, их устройство. Параметры и характеристики электромагнитного излучения. Пороговые условия генерации и мощность излучения. Полупроводниковые лазеры на двойных гетеропереходах (на GaAs и InP), устройства, основные рабочие характеристики. Моды генерации. Формирование спектра излучения оптических генераторов при неоднородном и однородном уширении спектральной линии. Нелинейные оптические явления. Нелинейное взаимодействие электромагнитных полей. Многофотонные эффекты. Рассеяния Релея, комбинационное и вынужденное рассеяние. Лазерные преобразователи частоты. Трансформация оптического излучения. Шумы усилителей и лазеров. Дробовые шумы. Фликкер шумы. Мощность теплового шума. Эффективная тепловая температура. Оптические квантовые усилители. Возможности квантового усиления в оптических системах. | 4 | ОПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Детектирование световых сигналов | Поглощение света в твердых телах. Явление фотоэффекта. Эффект Дембера. Физические принципы и основные элементы регистрации оптического излучения. Фотогальванический эффект. Фотомагнитоэлектрический эффект. Типы фотоприемников (ФП): полупроводниковые фотоприемники, фотоэлектронные приборы, приборы с внутренним усилением фототока, pin- и лавинные фотоприемные устройства. Параметры и характеристики приемников оптического излучения. Детектирование световых сигналов. Частотная (амплитудная) характеристики, реакция ФП на импульсное излучение, инерционные свойства ФП, Коэффициенты ошибок. Детекторы световых сигналов. Классификация фотоприемников. Шумы приемников излучения. | 6 | ОПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 31697

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Устройства управления оптическим излучением | Модуляция световых сигналов. Электрооптические модуляторы оптического излучения. Модуляция света акустооптическими волнами. Дефлекторы оптического излучения. Применение элементов управления. Непосредственная модуляция полупроводникового лазера по цепи питания. | 6 | ОПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники | Когерентно-оптический процессор. Принцип работы. Проблемы ввода информации.Частотные характеристики. Обработка длинных и коротких сигналов. Когерентно-оптический процессор с интегрированием во времени. Многоканальный когерентно-оптический процессор.Согласованная фильтрация сигналов. Обработка цифровых сигналов. | 2 | ОПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Устройства бинарной оптической записи информации. Голографические устройства записи и обработки информации. | Оптические среды для записи информации. Реверсивные оптические среды. Принцип голографической записи информации. Основные схемы голографической записи. Оптические устройства бинарной и голографической записи цифровой информации. Распознавание образов. Голографические согласованные фильтры. | 6 | ОПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 28 | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | |
| 1 Математический анализ | + | + | + | | + | |
| 2 Физика | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | |
| 1 Преддипломная практика | + | + | + | + | + | + |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| | Виды занятий | Формы контроля |
|---|---|---|

Согласована на портале № 31697

| Компетенции | Лек. | Прак. зан. | Сам. раб. | |
|---|---|---|---|---|
| ОПК-3 | + | + | + | Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ПК-4 | + | + | + | Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

| Методы | Интерактивные лекции, ч | Интерактивные практические занятия, ч | Всего, ч |
|---|---|---|---|
| 10 семестр | | | |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | 8 | 8 | 16 |
| Итого за семестр: | 8 | 8 | 16 |
| Итого | 8 | 8 | 16 |

## 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 10 семестр | | | |
| 1 Взаимодействие излучения с веществом | Расчет энергетических состояний квантовых систем | 4 | ОПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей | Взаимодействие излучения с веществом. Спонтанное и вынужденное излучение | 4 | ОПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Детектирование световых сигналов | Расчет условий усиления и генерации колебаний в квантовых системах | 6 | ОПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Устройства управления оптическим | Расчет параметров акустооптических модуляторов и дефлекторов | 6 | ОПК-3, ПК-4 |

Согласована на портале № 31697

| | | | |
|---|---|---|---|
| излучением | Итого | 6 | |
| 5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники | Расчет спектров транспарантов и согласованных фильтров в оптическом процессоре. | 2 | ОПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Устройства бинарной оптической записи информации. Голографические устройства записи и обработки информации. | Расчет интерференционной картины сигналов в оптическом процессоре. Расчет разрешающей способности Фурье голограмм сигналов. | 6 | ОПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 28 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 10 семестр | | | | |
| 1 Взаимодействие излучения с веществом | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-3, ПК-4 | Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 2 Физические основы оптических квантовых генераторов и усилителей | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-3, ПК-4 | Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 3 Детектирование световых сигналов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ОПК-3, ПК-4 | Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Устройства управления оптическим излучением | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ОПК-3, ПК-4 | Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |

Согласована на портале № 31697

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Итого | 8 | | |
| 5 Когерентно-оптическая обработка информации в устройствах функциональной оптоэлектроники | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ОПК-3, ПК-4 | Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 6 Устройства бинарной оптической записи информации. Голографические устройства записи и обработки информации. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ОПК-3, ПК-4 | Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 8 | | |
| Итого за семестр | | 52 | | |
| Итого | | 52 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | 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 |
|---|---|---|---|---|
| 10 семестр | | | | |
| Зачет | 10 | 10 | 15 | 35 |
| Опрос на занятиях | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по практическому занятию | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Тест | 10 | 10 | 15 | 35 |
| Итого максимум за период | 30 | 30 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 60 | 100 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице

Согласована на портале № 31697

11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Л. Киселев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 316 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91904 (дата обращения: 02.07.2018).

2. Смирнов, Ю.А. Основы нано- и функциональной электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 320 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5855 (дата обращения: 02.07.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Квантовая и оптическая электроника: Учебное пособие / Шангина Л. И. - 2012. 303 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/713 (дата обращения: 02.07.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Квантовая и оптическая электроника : Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Шангина Л. И. - 2012. 228 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/714 (дата обращения: 02.07.2018).

2. Квантовая и оптическая электроника: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы / Шангина Л. И. - 2012. 98 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1456 (дата обращения: 02.07.2018).

#### 12.3.2. 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.

Согласована на портале № 31697

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных ТУСУРа:
2. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh
3. Проф. база данных - http://protect.gost.ru/
4. Информационная система - https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/uis-rossiya
5. Информационно-аналитическая система Science Index РИНЦ:
6. https://elibrary.ru/defaultx.asp
7. Информационная система - http://www.tehnorma.ru/

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория ГПО «Оптоэлектроника»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 329б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (6 шт.);
- Аппаратура ЦВОЛТ Транспорт-8х30 (2 крейта в стойке 19”);
- Осциллограф цифровой Tektronix TSD 2012B (1 шт.);
- Генератор сигналов SFG-2110 (1 шт.);
- Вольтметр цифровой GDM-8145 (1 шт.);
- Осциллограф GOS 620FG (1 шт.);
- Источник питания GPS-4251 (1 шт.);
- Стенд для записи голографических дифракционных решёток на фотополимерных материалах (1 шт.);
- Стол оптический Standa (опоры (4 шт.), столешница (1 шт.));
- Анализатор лазерных пучков BS-FW-FX33 (1 шт.);
- Лазер LSD-DTL-317 (1 шт.);
- Лазер He-Ne ЛГН - 207 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Adobe Acrobat Reader
- LibreOffice
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad 15
- Qucs
- Scilab

Согласована на портале № 31697

### 13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

## 13.2. 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 зрениями** 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.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

Вопрос 1 (ОПК-3)

Когда возникла квантовая электроника?

а)После 2000г - квантовые компьютеры

б)В середине 50-х годов

в)В 1875 г. - изобретена электрическая угольная дуговая лампа Павлом Яблочковым.

г)У греков в 345 году факелами уже передавалась информация

Вопрос 2 (ПК-4)

Какой коэффициент полезного действия газовых и твердотельных лазеров на рубине?

а)Больше 30%

Согласована на портале № 31697

б)Около 75%
в)Около 70%
г)Не более 2%
Вопрос 3 (ОПК-3)
Оптическая электроника или оптоэлектроника является:
а)направлением электротехники для создания и использования светодиодов, оптопар и других изделий в области освещения.
б)основным направлением по созданию квантового компьютера
в)направлением электроники, которая занимается вопросами генерации, хранения и обработки информации с помощью преобразований электрических сигналов в оптические и обратно.
г)интерфейсом между электроникой и оптикой
Вопрос 4 (ПК-4)
При поглощении фотона энергия атома:
а)увеличивается
б)нейтрализуется
в)уменьшается
г)не изменяется
Вопрос 5 (ПК-4)
При испускании фотона энергия атома
а)уменьшается
б)увеличивается
в)квантуется
г)не изменяется — фотон не имеет массы
Вопрос 6 (ПК-4)
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
Вопрос 7 (ОПК-3)
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%
Вопрос 8 (ПК-4)
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
Вопрос 9 (ПК-4)
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
Вопрос 10 (ОПК-3)
Верно ли, что лазер, основанный на генерации электронно-дырочных пар, называется:
а)широкополосным
б)твердотельным на рубине
в)газовым
г)полупроводниковым
Вопрос 11 (ПК-4)

Согласована на портале № 31697

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
Вопрос 12 (ОПК-3)
Дефлектор это:
а)мягкий податливый материал
б)устройство с обратной связью
в)устройство для управления оптической шторкой
г)устройство для отклонения луча света
Вопрос 13 (ОПК-3)
На каком физическом эффекте работают магнитооптические модуляторы света:
а)эффект Зеемана
б)эффект Керра
в)эффект Фарадея
г)эффект Мандельштамма
Вопрос 14 (ОПК-3)
Какой эффект используют приемники оптического излучения ?
а)Фотогальванический эффект.
б)Эффект Керра
в)Магнитооптический эффект
г)Электрооптический эффект
Вопрос 15 (ПК-4)
Чем отличаются между собой геодезическая линза и линза Люнеберга?
а)размерами
б)Отличаются технологией, которая позволяет делать большие и маленькие диаметры линз, соответственно.
в)Ничем не отличаются - обе используются в интегральной оптике
г)Отличаются изготовлением - геодезическая линза, это ямка на верхности пленочного воновода, а линза Люнеберга - возвышенность
Вопрос 16 (ОПК-3)
Что исследуется в оптронике?
а)Развиваются методы создания оптронных схем - электронных устройств с внутренними оптическими связями.
б)Методы создания устройств хранения, передачи и отображения информации в виде оптических сигналов
в)Способы передачи данных с помощью света на большие расстояния
г)Способы создания оптических микроскопов с матричным фотоприемником.
Вопрос 17 (ПК-4)
Голография это:
а)Округлые графические изображения
б)оптическое отображение окружающей среды
в)специфический метод записи фотографий
г)раздел науки, изучающей методы записи, воспроизведения и преобразования оптических световых полей
Вопрос 18 (ПК-4)
Если участок голограммы поврежден, можно ли с него восстановить информацию?
а)Можно, если очень сильно нагреть инфракрасными лучами
б)Это невозможно
в)Вполне, поскольку в каждом участке голограммы имеется вся информация о световом потоке
г)Только частично, вблизи поврежденного участка
Вопрос 19 (ОПК-3)

Согласована на портале № 31697

Оптический Фурье процессор состоит из:

а)входной плоскости изображений, линзы и выходной спектральной плоскости, где плоскости находятся на фокусном расстоянии.

б)линзы и выходной спектральной плоскости, где плоскость находится на на фокусном расстоянии.

в)входной плоскости изображений, линзы , где плоскость находится на фокусном расстоянии.

г)входной плоскости изображений, линзы и выходной спектральной плоскости, где плоскости находятся на утроенном фокусном расстоянии.

Вопрос 20 (ОПК-3)

Трансфазор относится к каким элементам оптики?

а)Оптический фазовый генератор.

б)Оптический резонатор с фиксированной фазой сигнала

в)Управляемый транспарант

г)Оптический транзистор, усиливающий свет

### 14.1.2. Темы опросов на занятиях

1. Взаимодействие излучения с веществом. Спонтанные и индуцированные переходы. Энергетические состояния квантовых систем. Мощность излучения квантовых генераторов

2. Лазеры их параметры и характеристики. Параметры и характеристики оптических резонаторов. Параметры и характеристики приемников оптического излучения.

3. Управление лазерным излучением. Параметры и характеристики акустооптических модуляторов и дефлекторов.

4. Характеристики голографических реверсивных сред. Схемы оптической записи голограмм. Конструкция светоделителей лазерного излучения.

### 14.1.3. Зачёт

1. .Квантовые системы со свободным и связанным движением частиц.

2. Энергия свободной и связанной частицы

3. Энергетические уровни и зонная теория. Энергетические уровни в газах и твердых телах.

4. Дать полную характеристику электронным, колебательным, вращательным энергетическим уровням

5. Какие методы используются для создания инверсии населенностей уровней в квантовых системах (виды оптических накачек)?

6. Причины уширения спектральных линий.

7. Возможность усиления и генерации в квантовых системах. Условия необходимые для существования стационарных колебаний.

8. Оптическая накачка лазерных активных сред Спектры поглощения, спектры излучения и структуры энергетических уровней.

9. Спонтанные и индуцированные и тепловые переходы их характеристики.

10. Как связаны друг с другом коэффициенты спонтанного и вынужденного излучения и поглощения.

11. Интегральные и дифференциальные (спектральные) коэффициенты Эйнштейна.

12. Что называется инверсной населенностью и почему она необходима для получения усиления в квантовой системе.

13. От каких факторов зависит пороговая инверсная населенность для излучения.

14. Чем характеризуется усиление сигнала в инверсной среде.

15. От каких факторов зависит ширина спектральной линии.

16. Как оценить естественную ширину спектральной линии.

17. Назовите и кратко охарактеризуйте основные способы накачки.

18. Сформулируйте условия получения максимального уровня инверсии в трехуровневой системе.

19. Почему в четырехуровневой системе можно получать инверсную населенность при минимальном уровне накачки.

20. Укажите условия возникновения генерации излучения в квантовой системе.

21. Что такое насыщение усиления и как оно проявляется.

Согласована на портале № 31697

22. Оптические резонаторы. Типы резонаторов и их характеристика. Основное назначение резонаторов. Какие потери наблюдаются в резонаторе с активной средой.

23. Укажите виды потерь энергии в резонаторе. Какие виды потерь являются полезными.

24. Проведите сравнение свойств плоских и сферических резонаторов.

25. Опишите процесс формирования гигантского импульса в режиме модуляции добротности.

26. Что такое когерентность излучения, и для каких областей применения лазеров она важна.

27. Как можно экспериментально наблюдать когерентность излучения лазера.

28. Какими факторами определяется расходимость лазерного излучения.

29. Почему плотность мощности излучения лазеров может достигать очень больших величин.

30. Укажите основные параметры и особенности следующих лазеров: рубинового; на неодимовом стекле; на алюмоиттриевом гранате; - гелий-неонового; - на смеси углекислый газ - азот - гелий; газодинамического; химического; на парах металлов; ионно - аргоновых; азотного; эксимерных; полупроводниковых.

31. Укажите функции гелия в гелий-неоновом лазере.

32. Сформулируйте принцип работы полупроводникового лазера.

33. С чем связаны трудности создания полупроводниковых лазеров в синей области спектра?

34. Структурные схемы квантовых усилителей и генераторов.

35. Условия самовозбуждения оптических квантовых генераторов.

36. Условие стационарного режима генерации. Мощность излучения и Мощность генерации.

37. Характеристики излучения ОКГ. Монохроматичность,

38. когерентность, направленность лазерного излучения.

39. Как осуществляется формирование спектра генерации?

40. Как проводится непосредственная модуляция полупроводникового лазера?

41. Какие преимущества имеют передатчики оптических линий связи: светодиоды и полупроводниковые лазеры.

42. Пространственные характеристики излучения ОКГ. Управление пространственными характеристиками лазерного излучения.

43. Физические основы оптических модуляторов и дефлекторов

44. Акустооптические модуляторы. Дифракция Рамана-Ната, Дифракция Брэгга.

45. Фотоприемники. Параметры и характеристики фотоприемников.

46. Фотодиодные матрицы. Многоэлементные фотоприемники.

47. Как осуществляется Уплотнение каналов. Методы увеличения коэффициента использования пропускной способности оптического волокна:

48. Что представляет собой двухлинзовый фуре-процессор. Много-функциональные процессоры.

49. Какие схемы записи голограмм существуют?

50. Представьте параметры светочувствительных не реверсивных сред для оптической записи информации.

51.Представьте параметры светочувствительных реверсивных сред для оптической записи информации.

52. Объясните работу оптической схемы с голографическим согласованным фильтром.

### 14.1.4. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Расчет энергетических состояний квантовых систем

Взаимодействие излучения с веществом. Спонтанное и вынужденное излучение

Расчет условий усиления и генерации колебаний в квантовых системах

Расчет параметров акустооптических модуляторов и дефлекторов

Расчет спектров транспарантов и согласованных фильтров в оптическом процессоре.

Расчет интерференционной картины сигналов в оптическом процессоре. Расчет разрешающей способности Фурье голограмм сигналов.

Согласована на портале № 31697

### 14.1.5. Методические рекомендации

Оценка степени сформированности заявленных в рабочей программе дисциплины компетенций ОПК-3, ПК-4 осуществляется как в рамках промежуточной, так и текущей аттестации, в т. ч. при сдаче зачета, проведении практических занятий. Порядок оценки для текущих видов контроля определяется в методических указаниях по проведению практических занятий, организации самостоятельной работы.

## 14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

## 14.3. 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;

Согласована на портале № 31697

– в печатной форме.

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

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 31697