

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор департамента образования  
П.Е. Троян  
«19» 12 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КВАНТОВАЯ И ОПТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Направление подготовки / специальность: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

**Направленность (профиль) / специализация: Промышленная электроника**

**Форма обучения: заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

**Факультет: Факультет дистанционного обучения (ФДО)**

**Кафедра: Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**

**Курс: 4**

**Семестр: 8**

**Учебный план набора 2019 года**

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

| <b>Виды учебной деятельности</b>                         | <b>8 семестр</b> | <b>Всего</b> | <b>Единицы</b> |
|--|------------------|--------------|----------------|
| Самостоятельная работа                                   | 128              | 128          | часов          |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя    | 10               | 10           | часов          |
| Контрольные работы                                       | 2                | 2            | часов          |
| Подготовка и сдача зачета                                | 4                | 4            | часов          |
| Общая трудоемкость<br>(включая промежуточную аттестацию) | 144              | 144          | часов          |
|  |                  | 4            | з.е.           |

| <b>Формы промежуточной аттестация</b> | <b>Семестр</b> | <b>Количество</b> |
|---------------------------------------|----------------|-------------------|
| Зачет                                 | 8              |                   |
| Контрольные работы                    | 8              | 1                 |

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Троян П.Е.  
Должность: Директор департамента образования  
Дата подписания: 19.12.2018  
Уникальный программный ключ:  
1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Томск

Согласована на портале № 69446

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цели дисциплины**

1. Цель дисциплины состоит в формировании у студентов представлений о фундаментальных основах квантовой и оптической электроники, которая является важным компонентом профессионального блока подготовки бакалавров по направлению "электроника и наноэлектроника".

### **1.2. Задачи дисциплины**

1. Изучение и освоение студентами современных подходов и методов, используемых для анализа и описания явлений квантовой и оптической электроники.
2. Изучение базовых принципов квантовой и оптической электроники.
3. Изучение основных принципов построения и реализации устройств квантовой и оптической электроники, рассмотрение примеров конкретных устройств, технологических подходов к их изготовлению и использованию в технологических приложениях.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Электронные приборы.

Индекс дисциплины: Б1.В.04.02.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция                             | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|-----------------------------------|---|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                   |   |

|   |  |   |
|---|--|---|
| ПКС-1. Способен использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных | ПКС-1.1. Знает основные приемы обработки и представления экспериментальных и расчетных данных приборов и устройств электронной техники | Знает фундаментальные принципы квантовой и оптической электроники; основные линейные и нелинейные явления квантовой и оптической электроники и методы их описания |
|   | ПКС-1.2. Умеет проводить обработку экспериментальных данных приборов и устройств электронной техники                                   | Умеет применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач  |
|   | ПКС-1.3. Владеет методикой обработки и представления экспериментальных и расчетных данных приборов и устройств электронной техники     | Владеет методами обработки результатов измерений  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| ПКС-10. Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения | ПКС-10.1. Знает эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения   | Знает принципы функционирования квантовых и оптоэлектронных приборов и систем  |
|  | ПКС-10.2. Умеет аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения | Умеет проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты  |
|  | ПКС-10.3. Владеет навыками выбора и реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения            | Владеет современными подходами и методами анализа и описания линейных и нелинейных эффектов квантовой и оптической электроники |

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности   | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
|   | 8 семестр   |          |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 12          | 12       |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя                   | 10          | 10       |
| Контрольные работы  | 2           | 2        |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная<br/>внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 128 | 128 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины  | 121 | 121 |
| Подготовка к контрольной работе   | 7   | 7   |
| <b>Подготовка и сдача зачета</b>  | 4   | 4   |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 144 | 144 |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 4   | 4   |

## 5. Структура и содержание дисциплины

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

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

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

| Названия разделов (тем) дисциплины                           | Контр. раб. | СРП, ч. | Сам. раб., ч | Всего часов (без промежуточной аттестации) | Формируемые компетенции |
|--|-------------|---------|--------------|--|-------------------------|
| <b>8 семестр</b>   |             |         |              |  |                         |
| 1 Описание электромагнитного излучения оптического диапазона | 2           | 1       | 11           | 14   | ПКС-1, ПКС-10           |
| 2 Энергетические состояния квантовых систем                  |             | 2       | 21           | 23   | ПКС-1, ПКС-10           |
| 3 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом     |             | 2       | 21           | 23   | ПКС-1, ПКС-10           |
| 4 Общие вопросы построения лазеров                           |             | 1       | 20           | 21   | ПКС-1, ПКС-10           |
| 5 твердотельные лазеры                                       |             | 1       | 19           | 20   | ПКС-1, ПКС-10           |
| 6 газовые лазеры. Другие типы лазеров                        |             | 2       | 19           | 21   | ПКС-1, ПКС-10           |
| 7 интегральная оптоэлектроника                               |             | 1       | 17           | 18   | ПКС-1, ПКС-10           |
| Итого за семестр   | 2           | 10      | 128          | 140  |                         |
| Итого  | 2           | 10      | 128          | 140  |                         |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины | СРП, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------|-------------------------|
| <b>8 семестр</b>                   |                                      |        |                         |

|  |  |   |               |
|--|--|---|---------------|
| 1 Описание электромагнитного излучения оптического диапазона | Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Материальные уравнения. Границные условия. Волновое уравнение для немагнитной среды. Одномерное волновое уравнение. Плоские скалярные волны. Плоская волна, распространяющаяся в произвольном направлении. Электромагнитные плоские волны. Поляризация плоских электромагнитных волн. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Распространение волновых пакетов. Групповая скорость.   | 1 | ПКС-1, ПКС-10 |
|  | Итого  | 1 |               |
| 2 Энергетические состояния квантовых систем                  | Оптические спектры испускания. Элементарные процессы взаимодействия оптического излучения с веществом. Принцип квантового усиления электромагнитных волн. Описание квантовых ансамблей и процессов релаксации. Представления функции состояния. Операторы в произвольном представлении. Расчет средних и точных значений физических величин при использовании операторов в матричной форме. Смешанный ансамбль и матрица плотности. Уравнение движения для матрицы плотности смешанного ансамбля. Термостатированный ансамбль. Описание релаксации. Общее уравнение для матрицы плотности. | 2 | ПКС-1, ПКС-10 |
|  | Итого  | 2 |               |
| 3 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом     | Электрические и магнитные дипольные моменты и энергия взаимодействия микрочастиц с внешним полем. Двухуровневая система микрочастиц во внешнем поле. Основные уравнения. Вероятности индуцированных переходов. Анализ поглощения электромагнитного поля двухуровневой системой. Эффект насыщения. Спонтанные переходы. Балансные уравнения   | 2 | ПКС-1, ПКС-10 |
|  | Итого  | 2 |               |

|                                       |   |    |               |
|---------------------------------------|---|----|---------------|
| 4 Общие вопросы построения лазеров    | Особенности оптического диапазона. Усиление оптического излучения. Принцип действия лазера. Элементарная теория открытых оптических резонаторов. Добротность резонатора. Волновая теория открытых резонаторов. Классификация оптических резонаторов. Селекция типов колебаний в оптических резонаторах. Характеристики лазерного излучения. Уширение спектральных линий.  | 1  | ПКС-1, ПКС-10 |
|                                       | Итого   | 1  |               |
| 5 твердотельные лазеры                | Схемы функционирования твердотельных лазеров. Системы накачки твердотельных лазеров. Балансные уравнения и режим непрерывной генерации в твердотельных лазерах. Режим свободной генерации. Лазеры с модуляцией добротности резонатора. Синхронизация продольных мод и генерация ультракоротких импульсов. Рубиновый лазер. Неодимовый стеклянный лазер. Nd-ИАГ - лазеры. Волоконные лазеры.   | 1  | ПКС-1, ПКС-10 |
|                                       | Итого   | 1  |               |
| 6 газовые лазеры. Другие типы лазеров | Особенности газов как активного вещества для лазеров. Механизмы возбуждения газоразрядных лазеров. Атомарный гелий-неоновый лазер. Лазеры на парах металлов. Ионный аргоновый лазер. Молекулярные лазеры. Газовые лазеры в УФ-диапазоне (N <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> -лазеры). Молекулярный лазер на углекислом газе. Газодинамические лазеры. Эксимерные лазеры. Химические лазеры. Полупроводниковые лазеры. Жидкостные лазеры. | 2  | ПКС-1, ПКС-10 |
|                                       | Итого   | 2  |               |
| 7 интегральная оптоэлектроника        | Историческая справка. Основные физические принципы интегральной оптоэлектроники. Достижения и перспективы интегральной оптоэлектроники. Планарные волноводы. Классификация оптических волноводов. Геометрическая оптика планарных волноводов. Электромагнитная теория планарных волноводов. Полосковые волноводы.   | 1  | ПКС-1, ПКС-10 |
|                                       | Итого   | 1  |               |
| Итого за семестр                      |   | 10 |               |
| Итого                                 |   | 10 |               |

### 5.3. Контрольные работы

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

| № п.п.           | Виды контрольных работ                            | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------|---|-----------------|-------------------------|
| <b>8 семестр</b> |   |                 |                         |
| 1                | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2               | ПКС-1, ПКС-10           |
|                  | Итого за семестр                                  | 2               |                         |
|                  | Итого   | 2               |                         |

#### **5.4. Лабораторные занятия**

Не предусмотрено учебным планом

#### **5.5.Контроль самостоятельной работы (курсовая проект / курсовая работа)**

Не предусмотрено учебным планом

#### **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>8 семестр</b>   |  |                 |                         |                     |
| 1 Описание электромагнитного излучения оптического диапазона | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 10              | ПКС-1, ПКС-10           | Зачёт, Тестирование |
|  | Подготовка к контрольной работе  | 1               | ПКС-1, ПКС-10           | Контрольная работа  |
|  | Итого  | 11              |                         |                     |
| 2 Энергетические состояния квантовых систем                  | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 20              | ПКС-1, ПКС-10           | Зачёт, Тестирование |
|  | Подготовка к контрольной работе  | 1               | ПКС-1, ПКС-10           | Контрольная работа  |
|  | Итого  | 21              |                         |                     |
| 3 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом     | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 20              | ПКС-1, ПКС-10           | Зачёт, Тестирование |
|  | Подготовка к контрольной работе  | 1               | ПКС-1, ПКС-10           | Контрольная работа  |
|  | Итого  | 21              |                         |                     |

|                                       |  |     |               |                     |
|---------------------------------------|--|-----|---------------|---------------------|
| 4 Общие вопросы построения лазеров    | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 19  | ПКС-1, ПКС-10 | Зачёт, Тестирование |
|                                       | Подготовка к контрольной работе  | 1   | ПКС-1, ПКС-10 | Контрольная работа  |
|                                       | Итого  | 20  |               |                     |
| 5 твердотельные лазеры                | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 18  | ПКС-1, ПКС-10 | Зачёт, Тестирование |
|                                       | Подготовка к контрольной работе  | 1   | ПКС-1, ПКС-10 | Контрольная работа  |
|                                       | Итого  | 19  |               |                     |
| 6 газовые лазеры. Другие типы лазеров | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 18  | ПКС-1, ПКС-10 | Зачёт, Тестирование |
|                                       | Подготовка к контрольной работе  | 1   | ПКС-1, ПКС-10 | Контрольная работа  |
|                                       | Итого  | 19  |               |                     |
| 7 интегральная оптоэлектроника        | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 16  | ПКС-1, ПКС-10 | Зачёт, Тестирование |
|                                       | Подготовка к контрольной работе  | 1   | ПКС-1, ПКС-10 | Контрольная работа  |
|                                       | Итого  | 17  |               |                     |
| Итого за семестр                      |  | 128 |               |                     |
|                                       | Подготовка и сдача зачета  | 4   |               | Зачет               |
|                                       | Итого  | 132 |               |                     |

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

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

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

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |     |           | Формы контроля                          |
|-------------------------|---------------------------|-----|-----------|---|
|                         | Конт.Раб.                 | СРП | Сам. раб. |   |
| ПКС-1                   | +                         | +   | +         | Зачёт, Контрольная работа, Тестирование |
| ПКС-10                  | +                         | +   | +         | 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. Быков В. И. Квантовая и оптическая электроника: Учебное пособие / Быков В. И. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. – 192 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Башкиров, А. И. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / А. И. Башкиров. — Москва : ТУСУР, 2012. — 20 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11104>.

### **7.3. Учебно-методические пособия**

#### **7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Быков В. И. Квантовая и оптическая электроника : методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения технических направлений подготовки, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / В. И. Быков, С. М. Шандаров. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

#### **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. Иное учебно-методическое обеспечение**

1. Быков В. И. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс]: электронный курс / В. И. Быков – Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. (доступ из личного кабинета студента).

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

1. 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-dannyyh>.

## **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, для самостоятельной работы студентов

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 комфорtnого 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 Описание электромагнитного излучения оптического диапазона | ПКС-1, ПКС-10           | Зачёт              | Перечень вопросов для зачета                                    |
|  |                         | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|  |                         | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                             |
| 2 Энергетические состояния квантовых систем                  | ПКС-1, ПКС-10           | Зачёт              | Перечень вопросов для зачета                                    |
|  |                         | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|  |                         | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                             |
| 3 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом     | ПКС-1, ПКС-10           | Зачёт              | Перечень вопросов для зачета                                    |
|  |                         | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|  |                         | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                             |
| 4 Общие вопросы построения лазеров                           | ПКС-1, ПКС-10           | Зачёт              | Перечень вопросов для зачета                                    |
|  |                         | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|  |                         | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                             |
| 5 твердотельные лазеры                                       | ПКС-1, ПКС-10           | Зачёт              | Перечень вопросов для зачета                                    |
|  |                         | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|  |                         | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                             |
| 6 газовые лазеры. Другие типы лазеров                        | ПКС-1, ПКС-10           | Зачёт              | Перечень вопросов для зачета                                    |
|  |                         | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|  |                         | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                             |

|                                |               |                    |   |
|--------------------------------|---------------|--------------------|---|
| 7 интегральная оптоэлектроника | ПКС-1, ПКС-10 | Зачёт              | Перечень вопросов для зачета                                    |
|                                |               | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|                                |               | 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<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(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<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>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<br>(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. Какой вид имеет одномерное волновое уравнение для напряженности электрического поля?
  - $\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} - \epsilon\mu \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = 0;$
  - $\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} - \epsilon\mu \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0;$
  - $\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} - \frac{1}{\epsilon\mu} \nabla^2 \vec{E} = 0;$
  - $\nabla^2 \vec{E} - \epsilon\mu \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0;$
2. Каким уравнением связаны величины напряженностей электрического и магнитного полей в электромагнитной волне?
  - $H_m = E_m;$
  - $H_m = W \cdot E_m;$
  - $H_m = \frac{E_m}{W};$
  - $H_m = \int E_m dW.$
3. Какое условие выполняется для любых двух функций  $u$  и  $v$ , если оператор  $\hat{A}$  называется самосопряженным (эрмитовым)?
  - $\hat{A}(a_1 u + a_2 v) = a_1 \hat{A}u + a_2 \hat{A}v;$
  - $\int v^* \hat{A}u dV = \int u \hat{A}^* v^* dV;$
  - $\int u_n^* v_m dV = 0 \quad (m \neq n);$
  - $\int u_n^* v_m dV = 1 \quad (m = n).$
4. Каким выражением определяется матричный элемент оператора  $A_{mn}$  в произвольном представлении?
  - $A_{mn} = \int \psi_m(x) \psi_n^*(x) dx;$
  - $A_{mn} = \int \psi_m^* \hat{A} \psi_n dx;$
  - $A_{mn} = \langle \psi | \hat{A} | \psi \rangle$
  - $A_{mn} = \sum_k W_k a_{kn}^* a_{km}.$
5. Каково соотношение населённости уровней ( $N_1$  и  $N_2$ ) для среды, находящейся в состоянии термодинамического равновесия (уровень «1» – нижний и «2» – верхний)?

а)  $\frac{N_1}{g_1} = \frac{N_2}{g_2} \exp \left\{ -\frac{E_2 - E_1}{kT} \right\}$

б)  $\frac{N_1}{g_1} = \frac{N_2}{g_2} \exp \frac{E_2 - E_1}{kT}$

в)  $\frac{N_1}{g_1} = \frac{N_2}{g_2} \exp \frac{E_2 + E_1}{kT}$

г)  $g_1 N_1 = g_2 N_2$

6. Как зависит вероятность спонтанного излучения (коэффициент Эйнштейна  $A_{21}$ ) от частоты перехода  $\nu$ ?
- а)  $\nu$   
б)  $\nu^2$   
в)  $\nu^3$   
г) не зависит от  $\nu$
7. При каких условиях в ансамбле частиц с двумя уровнями энергии (первоначально находящимся в состоянии термодинамического равновесия), при оптической накачке можно создать инверсию населённостей?
- а) можно создать при малых плотностях энергии накачки  $\rho$   
б) можно создать при больших  $\rho$   
в) можно создать при любых  $\rho$   
г) создать невозможно в принципе
8. Каково условие устойчивости открытого оптического резонатора длиной  $L$  с радиусами кривизны зеркал  $r_1$  и  $r_2$ ?
- а)  $0 < \left(1 - \frac{L}{r_1}\right) \left(1 - \frac{L}{r_2}\right) < 1$   
б)  $0 \leq \left(1 - \frac{L}{r_1}\right) \left(1 - \frac{L}{r_2}\right) \leq 1$   
в)  $L < r_1, L < r_2$   
г)  $L > r_1, L > r_2$
9. Каково соотношение между радиусами кривизны сферических вогнутых зеркал ( $r_1$  и  $r_2$ ) и расстоянием между ними  $L$  (длина резонатора) для полуконфокального резонатора?
- а)  $r_1 = \infty, r_2 = 2L$   
б)  $r_1 = \infty, r_2 = L$   
в)  $r_1 = r_2 = L$   
г)  $r_1 = r_2 = 2L$
10. Что обозначает аббревиатура ТЕМ?
- а) продольную электромагнитную волну  
б) поперечную электромагнитную волну  
в) продольную моду резонатора  
г) поперечную моду резонатора
11. Каким образом происходит накачка в Не-Не лазере?
- а) процесс передачи энергии и заряда от  $\text{He}^+$  атому  $\text{Ne}$   
б) процесс передачи энергии от  $\text{He}^*$  атому  $\text{Ne}$   
в) возбуждение атомов неона электронным ударом  
г) поглощение квантов света
12. Каким образом записывается реакция передачи возбуждения, приводящая к накачке

лазерного перехода в  $CO_2 - N_2 - He$  лазере?

- а)  $e + CO_2 \rightarrow e + CO_2^*$
- б)  $N_2^* + CO_2 \rightarrow N_2 + CO_2^*$
- в)  $He^* + CO_2 \rightarrow He + CO_2^*$
- г)  $C + O_2 \rightarrow CO_2^*$

13. Какой тип лазерного перехода в  $CO_2$  лазере?

- а) электронный
- б) колебательно-вращательный
- в) между уровнями СТС (сверхтонкой структуры атома)
- г) между уровнями ТС (тонкой структуры атома)

14. Какой тип лазерного перехода в  $He - Ne$  лазере?

- а) электронный
- б) колебательно-вращательный
- в) между уровнями СТС (сверхтонкой структуры атома)
- г) между уровнями ТС (тонкой структуры атома)

15. По какой схеме создания инверсии населенности работает рубиновый ( $Al_2O_3 : Cr^{3+}$ ) лазер?

- а) 2-х уровневой
- б) 3-х уровневой
- в) 4-х уровневой
- г) 5-и уровневой

16. По какой схеме создания инверсии населенности работает неодимовый (ИАГ:  $Nd^{3+}$ ) лазер?

- а) 2-х уровневой
- б) 3-х уровневой
- в) 4-х уровневой
- г) 5-и уровневой

17. Если обозначить через  $\Delta E_B$ ,  $\Delta E_J$ ,  $\Delta E_\pi$  ширину валентной зоны, запрещенной зоны и зоны проводимости полупроводника соответственно, то чему будет равна частота излучения полупроводникового лазера?

- а)  $\nu_{изл} \approx \Delta E_B / h$
- б)  $\nu_{изл} \approx \Delta E_\pi / h$
- в)  $\nu_{изл} \approx \Delta E_J / h$
- г)  $\nu_{изл} \approx (\Delta E_\pi + \Delta E_B) / h$

18. Чему равна длина волны  $\lambda$  излучения, полученного при однократном удвоении основной частоты ИАГ:  $Nd^{3+}$ -лазера ( $\lambda=1,06$  мкм)?

- а)  $\lambda=2,12$  мкм
- б)  $\lambda=1,06$  мкм
- в)  $\lambda=0,53$  мкм
- г)  $\lambda=0,265$  мкм

19. В планарном волноводе волноводный слой ограничен вдоль оси  $x$  и имеет толщину  $h$ . Для ТЕ моды этого волновода какие компоненты электромагнитного поля будут отличны от нуля?

- а)  $E_y, H_x, H_z$
- б)  $H_y, E_x, E_z$
- в)  $E_y, E_x, H_z$

- г)  $H_y, H_x, E_z$
20. В планарном волноводе волноводный слой ограничен вдоль оси  $x$  и имеет толщину  $h$ . Для ТМ моды этого волновода какие компоненты электромагнитного поля будут отличны от нуля?
- а)  $E_y, H_x, H_z$
- б)  $H_y, E_x, E_z$
- в)  $E_y, E_x, H_z$
- г)  $H_y, H_x, E_z$

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Что представляет собой вектор состояния?

а) строчную матрицу коэффициентов  $\|C_1 C_2 C_3, \dots\|$  и обозначается символом

$$|\psi\rangle$$

б) строчную матрицу коэффициентов  $\|C_1^* C_2^* C_3^*, \dots\|$  и обозначается символом

$$\langle\psi|$$

в) столбовую матрицу коэффициентов

$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & C_1 & C_2 & C_3 \\ \hline & \cdot & \cdot & \cdot \\ \hline \end{array}$$

и обозначается символом  $|\psi\rangle$

г) столбовую матрицу коэффициентов

$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & C_1^* & C_2^* & C_3^* \\ \hline & \cdot & \cdot & \cdot \\ \hline \end{array}$$

и обозначается символом  $\langle\psi|$

2. Что называется совектором состояния?

а) строчную матрицу коэффициентов  $\|C_1 C_2 C_3, \dots\|$  и обозначается символом

$$|\psi\rangle$$

б) строчную матрицу коэффициентов  $\|C_1^* C_2^* C_3^*, \dots\|$  и обозначается символом

$$\langle\psi|$$

в) столбовую матрицу коэффициентов

$$\begin{vmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ \vdots \\ \vdots \end{vmatrix}$$

и обозначается символом  $|\psi\rangle$

г) столбовую матрицу коэффициентов

$$\begin{vmatrix} C_1^* \\ C_2^* \\ C_3^* \\ \vdots \\ \vdots \end{vmatrix}$$

и обозначается символом  $\langle\psi|$

3. Как связана объемная спектральная плотность энергии излучения абсолютно черного тела

$\rho_\nu$  с частотой  $\nu$  и температурой  $T$ ?

а)  $\rho_\nu = \frac{8\pi\nu^2 \cdot h\nu B_{21}}{c^3}$

б)  $\rho_\nu = \frac{8\pi\nu^3}{c^3} \left( e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1 \right)^{-1}$

в)  $\rho_\nu = \frac{8\pi\nu^3}{c^3}$

г)  $\rho_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} kT$

4. Каково соотношение населенностей верхнего и нижнего уровней для среды, находящейся в состоянии термодинамического равновесия?

а)  $\frac{N_1}{g_1} = \frac{N_2}{g_2} \exp \left\{ -\frac{E_2 - E_1}{kT} \right\}$

б)  $\frac{N_1}{g_1} = \frac{N_2}{g_2} \exp \left\{ \frac{E_2 - E_1}{kT} \right\}$

в)  $\frac{N_1}{g_1} = \frac{N_2}{g_2} \exp \left\{ \frac{E_1 + E_2}{kT} \right\}$

$$r) \quad \frac{N_1}{g_1} = \frac{N_2}{g_2} \left( \frac{E_2 - E_1}{kT} \right)$$

5. Как связаны коэффициенты Эйнштейна для поглощения и индуцированного перехода?
- $g_1 B_{12} = g_2 B_{21}$
  - $B_{12}/g_1 = B_{21}/g_2$
  - $B_{12} = \rho_v B_{21}$
  - $B_{21} = \rho_v B_{12}$
6. Какова ширина спектральной линии  $\Delta \nu_{\text{одн}}$  на полувысоте однородно уширенного контура?
- $\Delta \nu_{\text{одн}} = \sum_i \frac{1}{2\pi\tau_i}$
  - $\Delta \nu_{\text{одн}} = \frac{c}{2Ln}$
  - $\Delta \nu_{\text{одн}} = \sum_i \frac{1}{\tau_i}$
  - $\Delta \nu_{\text{одн}} = \frac{2cn}{L}$
7. Каким выражением описывается матричный элемент матрицы плотности?
- $\rho_{kn} = \sum_m W_m C_{mk} C_{mn}^*$
  - $\rho_{kn} = \sum_k W_k C_{mk} C_{mn}$
  - $\rho_{kn} = \sum_m W_n C_{mk} C_{mn}$
  - $\rho_{kn} = \sum_k W_k C_{kn} C_{km}^*$
8. Какой физический смысл имеет диагональный элемент матрицы плотности?
- не имеет физического смысла
  - определяет вероятность нахождения системы k-состоянии  $\rho_{kk} = \frac{N_k}{N}$
  - определяет вероятность перехода системы в k-состояние  $\rho_{kk} = \sum_{k \neq n} W_{kn}$
  - определяет число частиц в системе в k-состоянии  $\rho_{kk} = N_k$
9. Чему равен шпур матрицы плотности?
- $Sp \hat{\rho} = 0$
  - $Sp \hat{\rho} = 1$

в)  $Sp \hat{\rho} = 2$

г)  $Sp \hat{\rho} = 10$

10. Как определяется среднее значение физической величины  $F$ ?

а)  $F_{cp} = Sp(\hat{\rho} \hat{F})$

б)  $F_{cp} = Sp(\hat{F} \hat{\rho})$

в)  $F_{cp} = (\hat{\rho} \hat{F})$

г)  $F_{cp} = (\hat{F} \hat{\rho})$

11. Термостатированный ансамбль имеет два энергетических уровня и находится в состоянии релаксации. Какой вид имеет уравнение, описывающее эволюцию недиагонального элемента матрицы плотности  $\rho_{12}$ ?

а)  $\rho_{12} = C \exp \left[ -i \left( \omega_{12} + \frac{1}{\tau_{12}} \right) t \right]$

б)  $\rho_{12} = C \exp \left( \frac{t}{\tau_{12}} \right) \exp(i \omega_{12} t)$

в)  $\rho_{12} = C \exp \left[ -\frac{\tau_{12}}{t} \right] \exp(-i \omega_{21} t)$

г)  $\rho_{12} = C_{12} \exp \left[ -\frac{t}{\tau_{12}} \right] \exp(i \omega_{21} t)$

### 9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Тема: Квантовая и оптическая электроника.

1. Для микрочастицы, имеющей два энергетических уровня, на каждом из которых она описывается четной волновой функцией, матрица оператора электродипольного момента имеет вид:

а)  $\hat{\vec{p}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix};$

б)  $\hat{\vec{p}} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix};$

в)  $\hat{\vec{p}} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix};$

г)  $\hat{\vec{p}} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}.$

2. Оператор электродипольного момента обладает свойством:

а) След матрицы  $Sp \hat{\vec{p}} = 1$ ;

б) матрица  $\hat{P} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ ;

в) диагональные элементы матрицы равны 0;

г) матрица  $\hat{P} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ .

3. Внешнее электромагнитное поле воздействует на трехуровневую систему с частотой перехода  $\omega_{32}$ . Балансное уравнение для числа частиц на верхнем уровне с учетом всех возможных переходов имеет вид:

а)  $\frac{d}{dt}N_3 = N_1(\Gamma_{13} + W + A_{13}) + N_2(\Gamma_{23} + W + A_{23}) - N_3(\Gamma_{31} + \Gamma_{32} + W + A_{31} + A_{32})$ ;

б)  $\frac{d}{dt}N_3 = N_1(\Gamma_{13}) + N_2(\Gamma_{23} + W) - N_3(\Gamma_{31} + \Gamma_{32} + W + A_{31} + A_{32})$ ;

в)  $\frac{d}{dt}N_3 = N_3(\Gamma_{31} + \Gamma_{32} + A_{31} + A_{32} + W) - N_2(\Gamma_{23} + W + A_{23}) - N_1(\Gamma_{13} + W + A_{13})$ ;

г)  $\frac{d}{dt}N_3 = N_3(\Gamma_{31} + \Gamma_{32} + W + A_{31} + A_{32}) - N_2(\Gamma_{23} + W) - N_1(\Gamma_{13})$ .

4. В неравновесной четырехуровневой системе с энергиями частиц на уровнях  $E_1 = 0 \text{ эВ}$ ,  $E_2 = 0.1 \text{ эВ}$ ,  $E_3 = 1.1 \text{ эВ}$ ,  $E_4 = 1.2 \text{ эВ}$  их населенности составляют

$$N_1 = 1 \times 10^{22} \text{ м}^{-3}, N_2 = 0.03 \times 10^{22} \text{ м}^{-3}, N_3 = 0.5 \times 10^{22} \text{ м}^{-3}, N_4 = 1 \times 10^{16} \text{ м}^{-3}.$$

Длина волны светового излучения, которое будет усиливаться за счет индуцированных переходов между уровнями данной системы частиц составляет:

а)  $\lambda = 621 \text{ нм}$ ;

б)  $\lambda = 1.242 \text{ мкм}$ ;

в)  $\lambda = 2.484 \text{ мкм}$ ;

г)  $\lambda = 898 \text{ нм}$ .

5. Из экспериментов по измерению частотной зависимости поглощения некоторым веществом получено, что она описывается кривой Лоренца, причем поглощаемая мощность на резонансной частоте составляет  $10 \text{ мкВт}$ , а на частоте, отличающейся от резонансной на  $159 \text{ МГц}$ , уменьшается до  $5 \text{ мкВт}$ . Время релаксации исследуемого вещества, соответствующее наблюдаемому резонансному переходу составляет:

а)  $\tau = 5.37 \text{ нс}$ ;

б)  $\tau = 2.74 \text{ нс}$ ;

в)  $\tau = 7.22 \text{ мкс}$ ;

г)  $\tau = 6.29 \text{ нс}$ .

6. Двухуровневая система микрочастиц находится во внешнем переменном

электромагнитном поле с частотой, соответствующей переходу с одного уровня на другой  $\omega_{21}$ . Балансное уравнение для числа частиц на нижнем уровне может быть записано в виде:

а)  $\frac{d}{dt}\rho_{11} = (\Gamma_{12} + W)\rho_{22} + (\Gamma_{21} - W)\rho_{11};$

б)  $\frac{d}{dt}\rho_{11} = (\Gamma_{12} + W)\rho_{22} - (\Gamma_{21} + W)\rho_{11};$

в)  $\frac{d}{dt}\rho_{11} = (\Gamma_{21} + W)\rho_{22} - (\Gamma_{12} + W)\rho_{11};$

г)  $\frac{d}{dt}\rho_{11} = (\Gamma_{21} - W)\rho_{22} - (\Gamma_{12} - W)\rho_{11}.$

7. Поглощение электромагнитного излучения двухуровневой системой в случае слабого поля будет:
- а) прямо пропорционально падающей мощности;
  - б) нелинейно зависеть от падающей мощности;
  - в) зависеть нелинейно от падающей мощности с насыщением;
  - г) не зависеть от падающей мощности.
8. Поглощение электромагнитного излучения двухуровневой системой в случае сильного поля будет:
- а) прямо пропорционально падающей мощности;
  - б) нелинейно зависеть от падающей мощности;
  - в) зависеть нелинейно от падающей мощности с насыщением;
  - г) не зависеть от падающей мощности.
9. Поглощение электромагнитного излучения двухуровневой системой в случае слабого поля будет:
- а) не зависеть от частоты поля;
  - б) прямо пропорционально частоте поля;
  - в) квадратично частоте поля;
  - г) сильно зависеть от частоты поля.
10. Зависимость поглощения электромагнитного поля от частоты двухуровневой системы описывается кривой:
- а) Лоренца;
  - б) Гаусса;
  - в) Эйлера;
  - г) Лагранжа.

## 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 ПрЭ  
протокол № 3 от «27» 9 2018 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ПрЭ    | С.Г. Михальченко  | Согласовано,<br>706957f1-d2eb-4f94-<br>b533-6139893cf5a  |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ | С.Г. Михальченко  | Согласовано,<br>706957f1-d2eb-4f94-<br>b533-6139893cf5a  |
| Декан ФДО                          | И.П. Черкашина    | Согласовано,<br>4580bdea-d7a1-4d22-<br>bda1-21376d739cfc |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                                 |                |  |
|---------------------------------|----------------|--|
| Старший преподаватель, каф. ТЭО | А.В. Гураков   | Согласовано,<br>4bfa5749-993c-4879-<br>adcf-c25c69321c91 |
| Профессор, каф. ПрЭ             | Н.С. Легостаев | Согласовано,<br>6332ca5f-c16e-4579-<br>bbc4-ee49773dfd8d |

### РАЗРАБОТАНО:

|                 |            |  |
|-----------------|------------|--|
| Доцент, каф. ЭП | В.И. Быков | Разработано,<br>059722b9-8e1d-453e-<br>b2d2-c0d528ac8ebd |
|-----------------|------------|--|