

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

| Виды учебной деятельности | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|-----------|-------|---------|
| 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 | 144 | 144 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр | Количество |
|--------------------------------|---------|------------|
| 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 |
|---|-----------------------------------|---|
| Универсальные компетенции | | |
| - | - | - |
| Общепрофессиональные компетенции | | |
| - | - | - |
| Профессиональные компетенции | | |

| | | |
|---|--|---|
| 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 |
| Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 12 | 12 |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя | 10 | 10 |
| Контрольные работы | 2 | 2 |

| | | |
|---|-----|-----|
| Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 128 | 128 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 121 | 121 |
| Подготовка к контрольной работе | 7 | 7 |
| Подготовка и сдача зачета | 4 | 4 |
| Общая трудоемкость (в часах) | 144 | 144 |
| Общая трудоемкость (в з.е.) | 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 |
|--|-------------|---------|--------------|--|-------------------------|
| 8 семестр | | | | | |
| 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 | 2 | 1 | 17 | 18 | ПКС-1, ПКС-10 |
| Итого за семестр | | 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 |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------|-------------------------|
| 8 семестр | | | |

| | | | |
|--|--|---|---------------|
| 1 Описание электромагнитного излучения оптического диапазона | Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Материальные уравнения. Граничные 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 ₂ и H ₂ -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 |
|------------------|---|-----------------|-------------------------|
| 8 семестр | | | |
| 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 (курсовой 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 |
|--|--|-----------------|-------------------------|---------------------|
| 8 семестр | | | | |
| 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-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, 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 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 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 (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

- Какой вид имеет одномерное волновое уравнение для напряженности электрического поля?
 - $\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} - \varepsilon\mu \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = 0;$
 - $\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} - \varepsilon\mu \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0;$
 - $\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} - \frac{1}{\varepsilon\mu} \nabla^2 \vec{E} = 0;$
 - $\nabla^2 \vec{E} - \varepsilon\mu \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0;$
- Каким уравнением связаны величины напряженностей электрического и магнитного полей в электромагнитной волне?
 - $H_m = E_m;$
 - $H_m = W \cdot E_m;$
 - $H_m = \frac{E_m}{W};$
 - $H_m = \int E_m dW.$
- Какое условие выполняется для любых двух функций u и v , если оператор \hat{A} называется самосопряженным (эрмитовым)?
 - $\hat{A}(a_1 u + a_2 v) = a_1 \hat{A}u + a_2 \hat{A}v;$
 - $\int v^* \hat{A}u dV = \int u \hat{A}^* v^* dV;$
 - $\int u_n^* v_m dV = 0 \quad (m \neq n);$
 - $\int u_n^* v_m dV = 1 \quad (m = n).$
- Каким выражением определяется матричный элемент оператора A_{mn} в произвольном представлении?
 - $A_{mn} = \int \psi_m^*(x) \psi_n(x) dx;$
 - $A_{mn} = \int \psi_m^* \hat{A} \psi_n dx;$
 - $A_{mn} = \langle \psi | \hat{A} | \psi \rangle$
 - $A_{mn} = \sum_k W_k a_{kn}^* a_{km}.$
- 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 ν ?
- а) ν
 б) ν^2
 в) ν^3
 г) не зависит от ν
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 ρ
 б) можно создать при больших ρ
 в) можно создать при любых ρ
 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 He-Ne лазере?
- а) процесс передачи энергии и заряда от He^+ атому Ne
 б) процесс передачи энергии от He^* атому 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 $\Delta E_B, \Delta E_3, \Delta E_D$ 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) $\nu_{изл} \approx \Delta E_D / h$
- в) $\nu_{изл} \approx \Delta E_3 / h$
- г) $\nu_{изл} \approx (\Delta E_D + \Delta E_B) / h$

18. Чему равна длина волны λ 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 $\begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ \vdots \end{pmatrix}$ и обозначается символом $|\psi\rangle$

г) столбовую матрицу коэффициентов $\begin{pmatrix} C_1^* \\ C_2^* \\ C_3^* \\ \vdots \end{pmatrix}$ 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

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

и обозначается символом $|\psi\rangle$

г) столбовую матрицу коэффициентов

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

и обозначается символом $\langle\psi|$

3. Как связана объемная спектральная плотность энергии излучения абсолютно черного тела ρ_ν с частотой ν 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) $\frac{N_1}{g_1} = \frac{N_2}{g_2} \exp\left\{\frac{E_1 + E_2}{kT}\right\}$

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

5. Как связаны коэффициенты Эйнштейна для поглощения и индуцированного перехода?

$$\text{а) } g_1 B_{12} = g_2 B_{21}$$

$$\text{б) } B_{12}/g_1 = B_{21}/g_2$$

$$\text{в) } B_{12} = \rho_\nu B_{21}$$

$$\text{г) } B_{21} = \rho_\nu B_{12}$$

6. Какова ширина спектральной линии $\Delta \nu_{\text{одн}}$ на полувысоте однородно уширенного контура?

$$\text{а) } \Delta \nu_{\text{одн}} = \sum_i \frac{1}{2\pi\tau_i}$$

$$\text{б) } \Delta \nu_{\text{одн}} = \frac{c}{2Ln}$$

$$\text{в) } \Delta \nu_{\text{одн}} = \sum_i \frac{1}{\tau_i}$$

$$\text{г) } \Delta \nu_{\text{одн}} = \frac{2cn}{L}$$

7. Каким выражением описывается матричный элемент матрицы плотности?

$$\text{а) } \rho_{kn} = \sum_m W_m C_{mk} C_{mn}^*$$

$$\text{б) } \rho_{kn} = \sum_k W_k C_{mk} C_{mn}$$

$$\text{в) } \rho_{kn} = \sum_m W_n C_{mk} C_{mn}$$

$$\text{г) } \rho_{kn} = \sum_k W_k C_{kn} C_{km}^*$$

8. Какой физический смысл имеет диагональный элемент матрицы плотности?

а) не имеет физического смысла

б) определяет вероятность нахождения системы в k-состоянии $\rho_{kk} = \frac{N_k}{N}$

в) определяет вероятность перехода системы в k-состояние $\rho_{kk} = \sum_{k \neq n} W_{kn}$

г) определяет число частиц в системе в k-состоянии $\rho_{kk} = N_k$

9. Чему равен шпур матрицы плотности?

$$\text{а) } Sp \hat{\rho} = 0$$

$$\text{б) } Sp \hat{\rho} = 1$$

- 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 ρ_{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) $\hat{p} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix};$
 б) $\hat{p} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix};$
 в) $\hat{p} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix};$
 г) $\hat{p} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}.$
2. Оператор электродипольного момента обладает свойством:
- а) След матрицы $Sp \hat{p} = 1;$

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 ω_{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 мкВт , а на частоте, отличающейся от резонансной на 159 МГц , уменьшается до 5 мкВт . Время релаксации исследуемого вещества, соответствующее наблюдаемому резонансному переходу составляет:

а) $\tau = 5.37 \text{ нс}$;

б) $\tau = 2.74 \text{ нс}$;

в) $\tau = 7.22 \text{ пкс}$;

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 ω_{21} . Балансное уравнение для числа частиц на нижнем уровне может быть записано в виде:

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

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

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

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

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, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ | С.Г. Михальченко | Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a |
| Декан ФДО | И.П. Черкашина | Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22- bda1-21376d739cfc |

ЭКСПЕРТЫ:

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

РАЗРАБОТАНО:

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