

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

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

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ПРИБОРЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**

Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**

Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности          | 6 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 14        | 14    | часов   |
| Практические занятия               | 14        | 14    | часов   |
| Лабораторные занятия               | 16        | 16    | часов   |
| Самостоятельная работа             | 64        | 64    | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена        | 36        | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 144       | 144   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 4         | 4     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Экзамен                        | 6       |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины "Приборы квантовой электроники и фотоники" является формирование у студентов знания основополагающих принципов работы базовых приборов квантовой электроники и фотоники, их функциональных возможностях и параметрах, областях применения, а также перспективах развития.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Задачей изучения дисциплины "Приборы квантовой электроники и фотоники" является изучение физических принципов функционирования базовых приборов указанных научно-технических областей, понимание их метрологических возможностей, а также перспектив развития указанной области знаний.

2. Получение навыков составления метрологического оборудования для экспериментального измерения свойств базовых приборов и элементов, проведения измерений и обработки их результатов, а также получение навыков решения типовых задач по расчету параметров элементов и приборов квантовой электроники и фотоники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.15.

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>     |                                   |   |

|  |   |  |
|--|---|--|
| ПКР-3. Способен к разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией | ПКР-3.1. Разрабатывает технические задания и исходные данные для оформления конструкторской документации на проектирование оснастки и специального инструмента.                       | Разработка технических заданий и исходных данных для оформления конструкторской документации на проектирование оснастки и специального инструмента.                        |
|  | ПКР-3.2. Разрабатывает габаритные чертежи специальной оснастки для изготовления оптоэлектронных приборов, оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей. | Разработка габаритных чертежей специальной оснастки для изготовления оптоэлектронных приборов, оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей. |
|  | ПКР-3.3. Разрабатывает общий вид специальной оснастки для изготовления оптоэлектронных приборов, оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей.          | Разработка общего вида специальной оснастки для изготовления оптоэлектронных приборов, оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей.         |
|  | ПКР-3.4. Разрабатывает методику сборки и юстировки оптоэлектронных приборов и комплексов с помощью специальной оснастки.  | Разработка методики сборки и юстировки оптоэлектронных приборов и комплексов.  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| ПКР-4. Способен к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем | ПКР-4.1. Разрабатывает программы пусконаладочных работ.   | Разработка программы пусконаладочных работ.   |
|  | ПКР-4.2. Подготавливает испытательное оборудование, измерительную аппаратуру, приспособления.                         | Подготовка испытательного оборудования, измерительной аппаратуры, приспособлений.                 |
|  | ПКР-4.3. Выполняет настройку, регулировку и испытание оборудования связи (телекоммуникации).                          | Настройка, регулировка и испытание оборудования для связи (телеметрии).                           |
|  | ПКР-4.4. Выполняет тестирование оборудования.   | Тестирование оборудования.  |
|  | ПКР-4.5. Производит отработку режимов работы оборудования с выявлением оптимальных условий работы этого оборудования. | Отработка режимов работы оборудования с выявлением оптимальных условий работы этого оборудования. |
|  | ПКР-4.6. Контролирует проектные параметры и режимы работы оборудования связи (телекоммуникации).                      | Контроль проектных параметров и режимов работы оборудования связи (телекоммуникации).             |
|  | ПКР-4.7. Составляет технические отчеты.   | Составление технических отчетов.  |

#### 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  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 6 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 44          | 44        |
| Лекционные занятия  | 14          | 14        |
| Практические занятия  | 14          | 14        |
| Лабораторные занятия  | 16          | 16        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 64          | 64        |
| Подготовка к тестированию   | 38          | 38        |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета  | 15          | 15        |
| Написание отчета по лабораторной работе   | 11          | 11        |
| <b>Подготовка и сдача экзамена</b>  | 36          | 36        |
| <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  | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>  |              |               |           |              |                            |                         |
| 1 Введение  | 1            | 1             | -         | 1            | 3                          | ПКР-3, ПКР-4            |
| 2 Эмиссия излучения из твердых тел  | 1            | 1             | 4         | 8            | 14                         | ПКР-3, ПКР-4            |
| 3 Спонтанное и вынужденное излучение атома                                  | 1            | 1             | -         | 3            | 5                          | ПКР-3, ПКР-4            |
| 4 Возбуждение активного вещества - накачка                                  | 1            | 1             | -         | 3            | 5                          | ПКР-3, ПКР-4            |
| 5 Оптические резонаторы   | 1            | 1             | -         | 3            | 5                          | ПКР-3, ПКР-4            |
| 6 Распространение света в анизотропных средах                               | 1            | 1             | 4         | 8            | 14                         | ПКР-3, ПКР-4            |
| 7 Квантовые приборы оптического диапазона                                   | 1            | 2             | -         | 3            | 6                          | ПКР-3, ПКР-4            |
| 8 Фотоприемники оптического излучения                                       | 3            | 3             | 8         | 17           | 31                         | ПКР-3, ПКР-4            |
| 9 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике и фотонике                             | 3            | 1             | -         | 6            | 10                         | ПКР-3, ПКР-4            |
| 10 Основные приборы квантовой электроники, фотоники и области их применения | 1            | 2             | -         | 12           | 15                         | ПКР-3, ПКР-4            |
| Итого за семестр  | 14           | 14            | 16        | 64           | 108                        |                         |
| Итого   | 14           | 14            | 16        | 64           | 108                        |                         |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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

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

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)  | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>                   |   |                                      |                         |
| 1 Введение                         | Основные предпосылки формирования научно-технического направления в виде квантовой электроники и оптоэлектроники, его задачи и место среди других направлений освоения оптического диапазона электромагнитного излучения. | 1                                    | ПКР-3, ПКР-4            |
|                                    | Итого   | 1                                    |                         |

|   |  |   |              |
|---|--|---|--------------|
| 2 Эмиссия излучения из твердых тел            | Физические механизмы и математическое описание излучательных процессов, спектр излучения, зависимость эмиссии излучения от уровня легирования в полупроводниках  | 1 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1 |              |
| 3 Спонтанное и вынужденное излучение атома    | Феноменологическое описание излучения атома. Стимулированное излучение и его особенности. Принцип создания генератора оптического излучения. Дипольная модель атома. Механизмы уширения спектра излучения атомной системы.   | 1 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1 |              |
| 4 Возбуждение активного вещества - накачка    | Общие принципы накачки и способы их описания. Двухуровневая схема накачки. Трехуровневая схема накачки. Четырехуровневая схема накачки. Сравнение схем.  | 1 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1 |              |
| 5 Оптические резонаторы                       | Общие сведения о резонаторах и их особенности в оптическом диапазоне. Спектр собственных частот закрытых и открытых резонаторов.   | 1 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1 |              |
| 6 Распространение света в анизотропных средах | Электромагнитные волны в анизотропной среде. Оптическая индикатриса. Эффект двулучепреломления в анизотропных кристаллах. Применение эффекта двулучепреломления для управления оптическим излучением.  | 1 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1 |              |
| 7 Квантовые приборы оптического диапазона     | Квантовые генераторы оптического диапазона: конструкции и параметры: твердотельные лазеры, газовые лазеры, жидкостные лазеры. Полупроводниковые лазеры: принцип работы полупроводникового лазера, его топология и параметры; применение нанобъектов в конструкции полупроводниковых лазеров. | 1 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1 |              |

|   |   |    |              |
|---|---|----|--------------|
| 8 Фотоприемники оптического излучения                                       | Общие сведения о фотоприемниках. Классификация, технические характеристики и параметры фотоприемников. Фоторезисторные фотоприемники: параметры и характеристики фотопроводимости; полевые свойства фотопроводимости; коэффициент усиления фотопроводимости; частотные свойства фотопроводимости; типичные параметры фоторезисторов (три примера). Фотовольтаические эффекты в полупроводниках: общие сведения; электронно-дырочные переходы; барьерная фотоэдс. Типичные параметры фотодиодов (три примера). Разновидности фотовольтаических приемников. | 3  | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого   | 3  |              |
| 9 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике и фотонике                             | Основные типы жидких кристаллов и их характеристические параметры, конструктивы. Ориентационные эффекты в жидких кристаллах, переход Фредерикса. Оптические свойства жидких кристаллов. Основные конструкции оптических ячеек.  | 3  | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого   | 3  |              |
| 10 Основные приборы квантовой электроники, фотоники и области их применения | Лазеры и другие светоизлучающие приборы. Основные преобразователи оптического излучения и приборы управления оптическим излучением - эффект Штарка и эффект Франца - Келдыша. Области применения приборов квантовой электроники, оптоэлектроники и фотоники.  | 1  | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого   | 1  |              |
| Итого за семестр  |   | 14 |              |
| Итого   |   | 14 |              |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров)   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|---|-----------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>                   |   |                 |                         |
| 1 Введение                         | Обсуждение базовых положений квантовой электроники и фотоники. Формулирование целей и задач квантовой электроники и фотоники, их приборной реализации | 1               | ПКР-3, ПКР-4            |
|                                    | Итого   | 1               |                         |

|   |  |   |              |
|---|--|---|--------------|
| 2 Эмиссия излучения из твердых тел            | Расчет внутренней и внешней квантовой эффективности излучения для полупроводников различного состава с учетом ограничения выхода эффекта полного внутреннего отражения.  | 1 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1 |              |
| 3 Спонтанное и вынужденное излучение атома    | Связь коэффициентов Эйнштейна, решение задач на вычисление вероятности вынужденного излучения атома и вероятности спонтанного перехода атома.  | 1 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1 |              |
| 4 Возбуждение активного вещества - накачка    | Решение задач на определение вероятностей переходов в трех- и четырех уровневых схемах накачки активного вещества. Определение условий достижения инверсии населенности в этих схемах.   | 1 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1 |              |
| 5 Оптические резонаторы                       | Решение задач на определение собственных частот закрытых и открытых резонаторов различных размеров. Определение степени разреженности спектра собственных частот открытого резонатора. Вычисление коэффициента обратной связи в них. | 1 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1 |              |
| 6 Распространение света в анизотропных средах | Решение задачи на определение фазовых скоростей распространения обыкновенной и необыкновенной волн в анизотропном кристалле при различных углах вхождения света в кристалл. Ориентация их векторов поляризации.                      | 1 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1 |              |
| 7 Квантовые приборы оптического диапазона     | Анализ и сравнение параметров квантовых генераторов на твердом теле. Вычисление реальных спектров излучения с учетом эффектов уширения за счет различных механизмов.   | 2 | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 2 |              |



|   |  |    |              |
|---|--|----|--------------|
| 8 Фотоприемники оптического излучения                                       | Решение задач на вычисление сигнала фотопроводимости в резисторных фотоприемника на основе кремния, германия и арсенида галлия. Рассмотрение механизма возникновения барьерной фотоэдс в полупроводниковом р-п переходе. Вычисление величины барьерной фотоэдс в кремниевом, германиевом и арсенид-галлиевом р-п переходе с учетом частотных свойств принимаемого излучения. | 3  | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 3  |              |
| 9 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике и фотонике                             | Решение задач на вычисление оптического модулятора на основе нематического жидкого кристалла с переходом Фредерикса. Рассмотрение конструкции оптического модулятора. Решение задач на модуляционные свойства холестериков в электрическом поле.   | 1  | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 1  |              |
| 10 Основные приборы квантовой электроники, фотоники и области их применения | Сравнение модуляционных свойств модуляторов на основе жидких кристаллах, эффекте двулучепреломления, эффектах Франца-Келдыша и Штарка в квантовой яме из $\text{InGaAs/GaN}$ .   | 2  | ПКР-3, ПКР-4 |
|   | Итого  | 2  |              |
| Итого за семестр  |  | 14 |              |
| Итого   |  | 14 |              |

#### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины            | Наименование лабораторных работ  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>                              |  |                 |                         |
| 2 Эмиссия излучения из твердых тел            | Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования | 4               | ПКР-3, ПКР-4            |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 6 Распространение света в анизотропных средах | Исследование эффекта двулучепреломления в кристаллах ниобата лития.                  | 4               | ПКР-3, ПКР-4            |
|   | Итого  | 4               |                         |

|  |  |    |              |
|--|--|----|--------------|
| 8 Фотоприемники<br>оптического излучения | Свойства и параметры<br>фотопроводимости<br>полупроводниковых<br>фоторезисторов. | 4  | ПКР-3, ПКР-4 |
|  | Исследование пироэлектрических<br>свойств кристаллов                             | 4  | ПКР-3, ПКР-4 |
|  | Итого  | 8  |              |
| Итого за семестр                         |  | 16 |              |
| Итого                                    |  | 16 |              |

### 5.5. 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<br>(тем) дисциплины            | Виды самостоятельной<br>работы                           | Трудоемкость,<br>ч | Формируемые<br>компетенции | Формы контроля                     |
|--|--|--------------------|----------------------------|------------------------------------|
| <b>6 семестр</b>                                 |  |                    |                            |                                    |
| 1 Введение                                       | Подготовка к<br>тестированию                             | 1                  | ПКР-3, ПКР-4               | Тестирование                       |
|  | Итого  | 1                  |                            |                                    |
| 2 Эмиссия<br>излучения из<br>твердых тел         | Подготовка к<br>лабораторной работе,<br>написание отчета | 3                  | ПКР-3, ПКР-4               | Лабораторная<br>работа             |
|  | Написание отчета по<br>лабораторной работе               | 2                  | ПКР-3, ПКР-4               | Отчет по<br>лабораторной<br>работе |
|  | Подготовка к<br>тестированию                             | 3                  | ПКР-3, ПКР-4               | Тестирование                       |
|  | Итого  | 8                  |                            |                                    |
| 3 Спонтанное и<br>вынужденное<br>излучение атома | Подготовка к<br>тестированию                             | 3                  | ПКР-3, ПКР-4               | Тестирование                       |
|  | Итого  | 3                  |                            |                                    |
| 4 Возбуждение<br>активного вещества<br>- накачка | Подготовка к<br>тестированию                             | 3                  | ПКР-3, ПКР-4               | Тестирование                       |
|  | Итого  | 3                  |                            |                                    |
| 5 Оптические<br>резонаторы                       | Подготовка к<br>тестированию                             | 3                  | ПКР-3, ПКР-4               | Тестирование                       |
|  | Итого  | 3                  |                            |                                    |

|   |  |     |              |                              |
|---|--|-----|--------------|------------------------------|
| 6 Распространение света в анизотропных средах                               | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2   | ПКР-3, ПКР-4 | Лабораторная работа          |
|   | Написание отчета по лабораторной работе            | 2   | ПКР-3, ПКР-4 | Отчет по лабораторной работе |
|   | Подготовка к тестированию                          | 4   | ПКР-3, ПКР-4 | Тестирование                 |
|   | Итого  | 8   |              |                              |
| 7 Квантовые приборы оптического диапазона                                   | Подготовка к тестированию                          | 3   | ПКР-3, ПКР-4 | Тестирование                 |
|   | Итого  | 3   |              |                              |
| 8 Фотоприемники оптического излучения                                       | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6   | ПКР-3, ПКР-4 | Лабораторная работа          |
|   | Написание отчета по лабораторной работе            | 3   | ПКР-3, ПКР-4 | Отчет по лабораторной работе |
|   | Подготовка к тестированию                          | 8   | ПКР-3, ПКР-4 | Тестирование                 |
|   | Итого  | 17  |              |                              |
| 9 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике и фотонике                             | Подготовка к тестированию                          | 6   | ПКР-3, ПКР-4 | Тестирование                 |
|   | Итого  | 6   |              |                              |
| 10 Основные приборы квантовой электроники, фотоники и области их применения | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4   | ПКР-3, ПКР-4 | Лабораторная работа          |
|   | Написание отчета по лабораторной работе            | 4   | ПКР-3, ПКР-4 | Отчет по лабораторной работе |
|   | Подготовка к тестированию                          | 4   | ПКР-3, ПКР-4 | Тестирование                 |
|   | Итого  | 12  |              |                              |
| Итого за семестр  |  | 64  |              |                              |
|   | Подготовка и сдача экзамена                        | 36  |              | Экзамен                      |
| Итого   |  | 100 |              |                              |

### 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 |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-----------|----------------|
|                         | Лек. зан.                 | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. |                |
|                         |                           |            |           |           |                |

|       |   |   |   |   |  |
|-------|---|---|---|---|--|
| ПКР-3 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен |
| ПКР-4 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля               | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|------------------------------|--|---|---|------------------|
| <b>6 семестр</b>             |  |   |   |                  |
| Лабораторная работа          | 10   | 10  | 10  | 30               |
| Тестирование                 | 10   | 10  | 10  | 30               |
| Отчет по лабораторной работе | 2  | 3   | 5   | 10               |
| Экзамен                      |  |   |   | 30               |
| Итого максимум за период     | 22   | 23  | 25  | 100              |
| Нарастающим итогом           | 22   | 45  | 70  | 100              |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## 7.1. Основная литература

1. Приборы квантовой электроники и фотоники: Учебное пособие / В. Н. Давыдов - 2018. 116 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7260>.
2. Малышев В.А. Основы квантовой электроники и квантовой техники. Учебное пособие для вузов / В.А. Малышев - М.: Высшая школа. 2005, -542 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 38 экз.).

## 7.2. Дополнительная литература

1. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: Учебное пособие для вузов/ А.Н. Игнатов. - СПб.: Лань, 2011. - 539 с. ISBN 978-5-8114-1136-8. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.).

## 7.3. Учебно-методические пособия

### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Твердотельная электроника: Учебно-методическое пособие для самостоятельной / В. Н. Давыдов - 2011. 161 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1801>.
2. Приборы квантовой электроники и фотоники: Методические указания к практическим занятиям / А. С. Мягков - 2012. 55 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2283>.
3. Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2018. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8701>.
4. Свойства и параметры фотопроводимости полупроводниковых фоторезисторов: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8691>.
5. Исследование конденсаторного элемента на основе анизотропии диэлектрической проницаемости кристаллов: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2018. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8692>.
6. Исследование пирозлектрических свойств кристаллов: Методическое пособие к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2011. 28 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1837>.

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

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

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

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

### **8.4. 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.

## 8.5. 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 Введение                                 | ПКР-3, ПКР-4            | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий |
|  |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 2 Эмиссия излучения из твердых тел         | ПКР-3, ПКР-4            | Лабораторная работа          | Темы лабораторных работ             |
|  |                         | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий |
|  |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов   |
|  |                         | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ             |
| 3 Спонтанное и вынужденное излучение атома | ПКР-3, ПКР-4            | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий |
|  |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 4 Возбуждение активного вещества - накачка | ПКР-3, ПКР-4            | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий |
|  |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов   |

|   |              |                              |                                     |
|---|--------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 5 Оптические резонаторы   | ПКР-3, ПКР-4 | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 6 Распространение света в анизотропных средах                               | ПКР-3, ПКР-4 | Лабораторная работа          | Темы лабораторных работ             |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов   |
|   |              | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ             |
| 7 Квантовые приборы оптического диапазона                                   | ПКР-3, ПКР-4 | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 8 Фотоприемники оптического излучения                                       | ПКР-3, ПКР-4 | Лабораторная работа          | Темы лабораторных работ             |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов   |
|   |              | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ             |
| 9 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике и фотонике                             | ПКР-3, ПКР-4 | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 10 Основные приборы квантовой электроники, фотоники и области их применения | ПКР-3, ПКР-4 | Лабораторная работа          | Темы лабораторных работ             |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов   |
|   |              | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ             |

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. Какими параметрами описывается эффективность эмиссии излучения внутри твердого тела и эмиссия излучения из твердого тела?
  - а) Эти параметры объединяют в коэффициент полезного действия.

- б) Это квантовая эффективность излучения - один параметр.
  - в) это внутренняя и внешняя квантовые эффективности эмиссии излучения.
  - г) Это интенсивность на выходе из твердого тела, деленая на рабочую длину кристалла.
2. Что такое вынужденное излучение атома?
- а) Это излучение, вызванное действием стороннего фотона с произвольной энергией.
  - б) Это излучение атома, вызванное действием другого фотона с энергией, равной энергии излучательного перехода атома.
  - в) Это излучение атома, возникающее при действии на возбужденный атом фотона, спонтанно испущенного соседним атомом.
3. Какова физическая природа инверсии населенности в лазерах?
- а) Инверсия населенности относится к ситуации в атомной системе, когда на верхнем уровне находится атом, а на нижнем ион.
  - б) Инверсия населенности описывает ситуацию, когда на верхнем уровне находится ион а на нижнем атом.
  - в) Инверсия населенности соответствует ситуации когда число атомов в возбужденном состоянии больше, числа атомов в невозбужденном состоянии.
  - г) Инверсия населенности соответствует ситуации, когда число атомов на верхнем уровне больше числа атомов на нижнем уровне.
4. Для каких целей применяется накачка в лазерах?
- а) накачка в лазерах необходима для накачки в лазер охлаждающей жидкости или охлаждающего газа.
  - б) накачка в лазерах необходима для заполнения межзеркального пространства резонатора газом, обеспечивающим когерентность генерируемого излучения.
  - в) накачка в лазерах необходима для заполнения межзеркального пространства резонатора газом, обеспечивающим параллельность зеркал оптического резонатора.
  - г) накачка в лазерах необходима для создания инверсии населенности между состояниями излучательного перехода активного вещества лазера.
5. Почему в лазерах, генерирующих излучение в оптическом диапазоне, используют открытые резонаторы и не используют закрытые?
- а) Открытые резонаторы позволяют выводить генерируемое излучение во внешнюю среду через боковые поверхности, а закрытые не позволяют.
  - б) Открытые резонаторы легче и дешевле из-за меньшего объема материала, необходимого для изготовления открытого резонатора.
  - в) У закрытых резонаторов спектр собственных частот очень плотный, что приводит к потере селективных свойств резонатора, а у открытого о разреженный из-за отсутствия боковых стенок.
  - г) У закрытых резонаторов спектр собственных частот очень разреженный, что приводит к потере селективных свойств резонатора в оптическом диапазоне частот, а у открытого он более плотный.
6. Какие требования на время жизни атомов накладываются на верхнем и нижним уровнях излучательного перехода в лазерах?
- а) Оба времени жизни должны быть как можно меньше, чтобы получить высокую интенсивность излучения.
  - б) Оба времени жизни должны быть как можно больше, чтобы получить высокую интенсивность излучения.
  - в) Время жизни атома на верхнем уровне должно быть большим, а на нижнем как можно меньше для облегчения условия созданий инверсии населенности.
  - г) Время жизни атома на верхнем уровне должно быть малым, а на нижнем как можно больше для создания инверсии населенности.
7. Для чего в газовом лазере на основе смеси гелия и неона используют гелий?
- а) Ионы гелия, разгоняясь в электрическом поле, накапливают достаточную энергию для ионизации атомов неона, которые излучают свет.
  - б) Атомы неона, разгоняясь в электрическом поле, накапливают достаточную энергию для ударной ионизации атомов гелия, которые излучают свет.
  - в) Ионы гелий, разгоняясь в электрическом поле, накапливают достаточную энергию для туннельной ионизации атомов неона, которые излучают свет.
  - г) Атомы гелия в гелий-неоновом лазере выполняют функцию охлаждения,

- осуществляемую за счет соударения с атомами неона, разогретыми при излучении ими квантов света.
8. Что такое время релаксации фотопроводимости?
    - а) Это время, в течение которого в полупроводнике наблюдается фотопроводимость.
    - б) Это время, в течение которого фотопроводимость в полупроводнике уменьшается в два раза после выключения светового излучения.
    - в) Это время, в течение которого фотопроводимость в полупроводнике уменьшается в  $e$ -раз после выключения светового излучения.
    - г) Это время охлаждения полупроводника после выключения оптического возбуждения.
  9. Какова физическая причина возникновения барьерной фотоэдс?
    - а) Причиной возникновения барьерной фотоэдс в р-п- переходе является возникновение электрического поля разделенных переходом неравновесных носителей заряда, направленного по полю перехода.
    - б) Причиной возникновения барьерной фотоэдс в р-п- переходе является возникновение электрического поля разделенными переходом неравновесными носителями заряда, направленного навстречу полю перехода.
    - в) Причиной возникновения барьерной фотоэдс в р-п- переходе является различие в скоростях диффузии неравновесных электронов и дырок.
    - г) Причиной возникновения барьерной фотоэдс в р-п- переходе является возникновение магнитного поля разделенных переходом неравновесных носителей заряда.
  10. Как влияет электрическое поле на ориентацию длинных осей молекул нематика и как на шаг холестерической спирали?
    - а) Электрическое поле, превышающее по величине критическое значения, вызывает переход Фредерикса - поворот длинных осей молекул нематика на 90 градусов. На холестерике электрическое поле влияет только после распрямления его спирали.
    - б) Электрическое поле, превышающее по величине критическое значения, вызывает переход Фредерикса - поворот длинных осей молекул нематика на 90 градусов. На холестерике электрическое поле влияет увеличением шага спирали вплоть до её распрямления.
    - в) Электрическое поле, превышающее по величине критическое значения, вызывает переход Фредерикса - образование спиралевидной ориентации длинных осей молекул нематика. На холестерике электрическое поле влияет увеличением шага спирали вплоть до её распрямления.
    - г) Электрическое поле, начиная с его малых величин, вызывает переход Фредерикса - образование спиралевидной ориентации длинных осей молекул нематика. На холестерике электрическое поле влияет увеличением шага спирали вплоть до её распрямления.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Что такое инверсия населенности и как она создается в лазерах?
2. В чем заключается сущность эффекта двулучепреломления света в анизотропных кристаллах?
3. Что такое фотопроводимость в полупроводниках и как она возникает?
4. В чем заключается суть перехода Фредерикса в жидких кристаллах?
5. В чем суть эффекта Франца-Келдыша, используемого для управления оптическим излучением?

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования
2. Исследование эффекта двулучепреломления в кристаллах ниобата лития.
3. Свойства и параметры фотопроводимости полупроводниковых фоторезисторов.
4. Исследование пироэлектрических свойств кристаллов

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление

студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

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

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

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

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

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

| Категории обучающихся                         | Виды дополнительных оценочных материалов  | Формы контроля и оценки результатов обучения   |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка  |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)  |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП  
протокол № 81 от «12» 11 2019 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                         | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|-----------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ЭП    | С.М. Шандаров     | Согласовано,<br>ab3ff0e2-dc9a-420c-<br>9fb4-5f882facc349 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП | С.М. Шандаров     | Согласовано,<br>ab3ff0e2-dc9a-420c-<br>9fb4-5f882facc349 |
| Начальник учебного управления     | Е.В. Саврук       | Согласовано,<br>fa63922b-1fce-4aba-<br>845d-9ce7670b004c |

### ЭКСПЕРТЫ:

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

### РАЗРАБОТАНО:

|                    |              |  |
|--------------------|--------------|--|
| Профессор, каф. ЭП | В.Н. Давыдов | Разработано,<br>0a70921e-3a8f-4010-<br>94a3-71f1447ec6f2 |
|--------------------|--------------|--|