

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

Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ОПТОЭЛЕКТРОНИКА**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**  
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**  
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**  
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**  
Курс: **1**  
Семестр: **2**  
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности          | 2 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 36        | 36    | часов   |
| Практические занятия               | 52        | 52    | часов   |
| Курсовая работа                    | 18        | 18    | часов   |
| Самостоятельная работа             | 74        | 74    | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 180       | 180   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 5         | 5     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Экзамен                        | 2       |
| Курсовая работа                | 2       |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины является приобретение студентами знаний по физическим основам функционирования приборов квантовой электроники, оптической микро- и наноэлектроники, об их основных параметрах и характеристиках, условиях применения, а также приобретение навыков решения типовых задач по расчету параметров перечисленных приборов в приложении к научно-прикладным исследованиям и разработкам.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. 1. Изучение студентами физических процессов, происходящих в квантовых системах в условиях нарушения термодинамического равновесия, полупроводниковом материале и структурах на его основе, в том числе наноразмерных гетероструктурах; 2. Изучение принципов работы современных приборов квантовой электроники, опто- и наноэлектроники по генерации, приему и преобразованию оптического излучения; 3. Изучение и освоение студентами современных методов описания и анализа электронных и оптических процессов в полупроводниковых гетероструктурах; 4. Освоение студентами подходов к решению типовых задач по расчету параметров приборов квантовой электроники и оптоэлектроники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Нелинейная оптика и оптоэлектроника.

Индекс дисциплины: Б1.В.01.04.

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-7. Способен разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники  | ПКР-7.1. Знает методы отработки и внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники. | Знание методов отработки и внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники. |
|  | ПКР-7.2. Умеет разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.                 | Умение разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.                  |
|  | ПКР-7.3. Владеет навыками организации проведения работ по подготовке производства.  | Владение навыками организации проведения работ по подготовке производства.   |
| ПКР-10. Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач | ПКР-10.1. Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники.  | Знание принципов построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники.   |
|  | ПКР-10.2. Умеет рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники.                                | Умение рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники.                                  |
|  | ПКР-10.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники.                    | Владение навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники.                      |
| ПКР-13. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов   | ПКР-13.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований.  | Знание способов организации и проведения экспериментальных исследований.   |
|  | ПКР-13.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования.  | Умение самостоятельно проводить экспериментальные исследования.  |
|  | ПКР-13.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.   | Владение навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.   |

**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 5 зачетных единиц, 180 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  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 2 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 106         | 106       |
| Лекционные занятия  | 36          | 36        |
| Практические занятия  | 52          | 52        |
| Курсовая работа   | 18          | 18        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 74          | 74        |
| Написание отчета по курсовой работе   | 60          | 60        |
| Подготовка к тестированию   | 14          | 14        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 180         | 180       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 5           | 5         |

## 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 | Курс. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|--|--------------|---------------|------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>2 семестр</b>   |              |               |            |              |                            |                         |
| 1 История развития оптоэлектроники.                              | 1            | 4             | 18         | 4            | 27                         | ПКР-10, ПКР-13          |
| 2 Основные понятия физики наносистем                             | 2            | 4             |            | 12           | 18                         | ПКР-10, ПКР-13          |
| 3 Физика полупроводников пониженной размерности                  | 9            | 16            |            | 12           | 37                         | ПКР-10, ПКР-13          |
| 4 Наноструктуры и сверхрешётки                                   | 4            | 6             |            | 10           | 20                         | ПКР-10, ПКР-13          |
| 5 Процессы переноса заряда в наноструктурах в электрическом поле | 6            | 4             |            | 12           | 22                         | ПКР-10, ПКР-13          |
| 6 Оптические свойства наноразмерных гетероструктур               | 6            | 4             |            | 12           | 22                         | ПКР-10, ПКР-13          |
| 7 Электрооптические эффекты для управления оптическим излучением | 8            | 14            |            | 12           | 34                         | ПКР-10, ПКР-7           |
| Итого за семестр   | 36           | 52            | 18         | 74           | 180                        |                         |
| Итого  | 36           | 52            | 18         | 74           | 180                        |                         |

### 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>2 семестр</b>   |   |                                      |                         |
| 1 История развития оптоэлектроники.                              | Описана диалектика появления научно-технического направления оптоэлектроника, изложены цели и задачи дисциплины.  | 1                                    | ПКР-10                  |
|  | Итого   | 1                                    |                         |
| 2 Основные понятия физики наносистем                             | Характерные длины в мезоскопических системах и основные объекты нанoeлектроники   | 2                                    | ПКР-10                  |
|  | Итого   | 2                                    |                         |
| 3 Физика полупроводников пониженной размерности                  | Двумерные квантовые наноструктуры.<br>Одномерные квантовые наноструктуры.<br>Нульмерные квантовые структуры.<br>Поляризационные эффекты в наноструктурных объектах.                     | 9                                    | ПКР-10                  |
|  | Итого   | 9                                    |                         |
| 4 Наноструктуры и сверхрешётки                                   | Гетероструктуры и гетеропереходы и их свойства<br>Одиночные и множественные квантовые ямы и их свойства<br>Сверхрешетки: типы сверхрешеток и их свойства                                | 4                                    | ПКР-10                  |
|  | Итого   | 4                                    |                         |
| 5 Процессы переноса заряда в наноструктурах в электрическом поле | Продольный механизм переноса в квантовых ямах.<br>Поперечный перенос в наноструктурах и сверхрешетках.<br>Квантовый перенос в квантовых ямах и в квантовых проволоках, квантовых точках | 6                                    | ПКР-10                  |
|  | Итого   | 6                                    |                         |
| 6 Оптические свойства наноразмерных гетероструктур               | Особенности люминесценции в квантовых ямах.<br>Оптические свойства квантовых ям и сверхрешеток.<br>Оптические свойства квантовых точек  | 6                                    | ПКР-10                  |
|  | Итого   | 6                                    |                         |

|  |  |    |        |
|--|--|----|--------|
| 7 Электрооптические эффекты для управления оптическим излучением | Общие сведения об электрооптических эффектах в квантовых ямах и сверхрешетках. Эффект Франца-Келдыша в оптоэлектронике. Эффект двулучепреломления в 3D кристаллах и жидких кристаллах для оптоэлектроники. Квантово-размерный эффект Штарка в оптоэлектронике. | 8  | ПКР-10 |
|  | Итого  | 8  |        |
| Итого за семестр   |  | 36 |        |
| Итого  |  | 36 |        |

### 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>2 семестр</b>                                |  |                 |                         |
| 1 История развития оптоэлектроники.             | Задачи на вычисление излучающих и токопроводящих свойств элементов 3D оптоэлектроники  | 4               | ПКР-10, ПКР-13          |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 2 Основные понятия физики наносистем            | Задачи на вычисление длины волны де Бройля, длины экранирования в различных полупроводниковых материалах   | 4               | ПКР-10, ПКР-13          |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 3 Физика полупроводников пониженной размерности | Задачи на вычисление базовых параметров (ширины запрещенной зоны, эффективных масс носителей заряда) полупроводниковых материалов сложного состава<br>Задачи на вычисление энергетического спектра прямоугольной и треугольной квантовых ям в различных полупроводниковых материалах.<br>Задачи на вычисление энергетического спектра квантовых ям комбинированного профиля с учетом взаимодействия ям различного размера и профиля. | 16              | ПКР-10, ПКР-13          |
|   | Итого  | 16              |                         |
| 4 Наноструктуры и сверхрешётки                  | Задачи на вычисление энергетического спектра сверхрешеток по методу Кронига-Пенни.   | 6               | ПКР-10, ПКР-13          |
|   | Итого  | 6               |                         |

|  |  |    |                |
|--|--|----|----------------|
| 5 Процессы переноса заряда в наноструктурах в электрическом поле | Задачи на вычисление токопроводящих свойств квантовых ям и квантовых проволок с учетом двумерных квантовых состояний Ландауэра.      | 4  | ПКР-10, ПКР-13 |
|  | Итого  | 4  |                |
| 6 Оптические свойства наноразмерных гетероструктур               | Задачи по вычислению излучающих свойств квантовых ям и квантовых точек.  | 4  | ПКР-10, ПКР-13 |
|  | Итого  | 4  |                |
| 7 Электрооптические эффекты для управления оптическим излучением | Задачи по вычислению параметров объемных и наноразмерных элементов оптоэлектроники для модуляции и отклонения оптического излучения. | 14 | ПКР-10, ПКР-7  |
|  | Итого  | 14 |                |
| Итого за семестр   |  | 52 |                |
| Итого  |  | 52 |                |

#### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.5. Курсовая работа

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

| Содержание контактной аудиторной работы  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|-----------------|-------------------------|
| <b>2 семестр</b>   |                 |                         |
| Обсуждение приличном контакте со студентами основных вопросов по выполнению курсовых работ, дополнительных пояснений к самостоятельной работе студентов и вопросов по базовым понятиям оптической нанoeлектроники. | 18              | ПКР-10, ПКР-13          |
| Итого за семестр   | 18              |                         |
| Итого  | 18              |                         |

Примерная тематика курсовых работ:

1. Численный расчет вольтамперной характеристики гетероструктуры с множественными квантовыми ямами на основе барьера (табулирование теоретических выражений с подгонкой численных значений параметров энергетического спектра гетероструктуры Пуассона).
2. Расчет энергетического спектра множественных квантовых ям гетероструктуры с заданным значением состава, ширины квантовой ямы и периода гетероструктуры, числом квантовых ям. Форма квантовой ямы: прямоугольная, параболическая.
3. Расчет энергетического спектра сверхрешетки на основе гетероструктуры с заданным значением состава, ширины квантовой ямы и периода гетероструктуры. Форма квантовой ямы: прямоугольная, параболическая.
4. Расчет энергетического спектра квантовой точки гетероструктуры с заданным значением состава, ширины квантовой ямы и периода гетероструктуры. Форма квантовой точки: кубическая квантовая точка; прямоугольная; сферическая.
5. Исследование структуры квантовых ям в гетероструктурах методом вольт-амперных характеристик (метод токового дифференцирования).

6. Исследование структуры квантовых ям в гетероструктурах методом вольт-фарадных характеристик (метод емкостного профилирования).
7. Исследование токовых свойств квантовых наноструктур и их связь с деградационными свойствами (исследование вольтамперной характеристики гетероструктуры и сравнение с ее излучательной характеристикой до и после термополевых испытаний).
8. Исследование излучательной способности наноструктур с варьируемым числом квантовых ям (сравнение излучения диффузионного р-п перехода и гетероструктуры с множественными квантовыми ямами).

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины                               | Виды самостоятельной работы         | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля                            |
|--|-------------------------------------|-----------------|-------------------------|---|
| <b>2 семестр</b>   |                                     |                 |                         |   |
| 1 История развития оптоэлектроники.                              | Написание отчета по курсовой работе | 2               | ПКР-10                  | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
|  | Подготовка к тестированию           | 2               | ПКР-10                  |   |
|  | Итого                               | 4               |                         |   |
| 2 Основные понятия физики наносистем                             | Написание отчета по курсовой работе | 10              | ПКР-10                  | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
|  | Подготовка к тестированию           | 2               | ПКР-10                  |   |
|  | Итого                               | 12              |                         |   |
| 3 Физика полупроводников пониженной размерности                  | Написание отчета по курсовой работе | 10              | ПКР-10                  | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
|  | Подготовка к тестированию           | 2               | ПКР-10                  |   |
|  | Итого                               | 12              |                         |   |
| 4 Наноструктуры и сверхрешётки                                   | Написание отчета по курсовой работе | 8               | ПКР-10                  | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
|  | Подготовка к тестированию           | 2               | ПКР-10                  |   |
|  | Итого                               | 10              |                         |   |
| 5 Процессы переноса заряда в наноструктурах в электрическом поле | Написание отчета по курсовой работе | 10              | ПКР-10                  | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
|  | Подготовка к тестированию           | 2               | ПКР-10                  |   |
|  | Итого                               | 12              |                         |   |



|  |                                     |    |                |   |
|--|-------------------------------------|----|----------------|---|
| 6 Оптические свойства наноразмерных гетероструктур               | Написание отчета по курсовой работе | 10 | ПКР-10, ПКР-13 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
|  | Подготовка к тестированию           | 2  | ПКР-10, ПКР-13 | Тестирование                              |
|  | Итого                               | 12 |                |   |
| 7 Электрооптические эффекты для управления оптическим излучением | Написание отчета по курсовой работе | 10 | ПКР-10         | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
|  | Подготовка к тестированию           | 2  | ПКР-10         | Тестирование                              |
|  | Итого                               | 12 |                |   |
| Итого за семестр   |                                     | 74 |                |   |
| Итого  |                                     | 74 |                |   |

### 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. | Курс. раб. | Сам. раб. |  |
| ПКР-7                   |                           | +          | +          |           | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование, Экзамен                               |
| ПКР-10                  | +                         | +          | +          | +         | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен |
| ПКР-13                  |                           | +          | +          | +         | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование, Устный опрос / собеседование, 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>2 семестр</b>         |  |   |   |                  |
| Тестирование             | 15   | 25  | 30  | 70               |
| Экзамен                  |  |   |   | 30               |
| Итого максимум за период | 15   | 25  | 30  | 100              |
| Нарастающим итогом       | 15   | 40  | 70  | 100              |

Балльные оценки для курсовой работы представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсовой работы

| 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>2 семестр</b>             |  |   |   |                  |
| Устный опрос / собеседование | 15   | 15  | 20  | 50               |
| Отчет по курсовой работе     | 15   | 15  | 20  | 50               |
| Итого максимум за период     | 30   | 30  | 40  | 100              |
| Нарастающим итогом           | 30   | 60  | 100   | 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. Нанoeлектроника: Учебное пособие / Ю. В. Сахаров, П. Е. Троян - 2010. 88 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/537>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Борисенко, Виктор Евгеньевич. Нанoeлектроника [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 224с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 81 экз.).

2. Игнатов, Александр Николаевич. Оптоэлектроника и нанофотоника [Текст] : учебное пособие для вузов / А. Н. Игнатов. - СПб. : Лань, 2011. - 539с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.).

3. Микроэлектроника: Учебное пособие / П. Е. Троян - 2007. 349 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/539>.

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

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

1. Физические основы квантовой и оптической электроники: Методические указания к практическим занятиям / С. М. Шандаров - 2013. 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3483>.

2. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе / А. С. Мягков - 2012. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2496>.

3. Твердотельная электроника: Учебно-методическое пособие для самостоятельной / В. Н. Давыдов - 2011. 161 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1801>.

4. Приборы и методы управления оптическим излучением: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / Н. И. Буримов, С. М. Шандаров - 2018. 45 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8484>.

5. Оптическое материаловедение: Методические указания по курсовой работе / М. Г. Кистенева, Л. Н. Орликов - 2018. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7657>.

#### **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 курсовой работы**

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 видеовеличителей 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 История развития оптоэлектроники.                              | ПКР-10, ПКР-13          | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
|  |                         | Тестирование             | Примерный перечень тестовых заданий       |
|  |                         | Экзамен                  | Перечень экзаменационных вопросов         |
| 2 Основные понятия физики наносистем                             | ПКР-10, ПКР-13          | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
|  |                         | Тестирование             | Примерный перечень тестовых заданий       |
|  |                         | Экзамен                  | Перечень экзаменационных вопросов         |
| 3 Физика полупроводников пониженной размерности                  | ПКР-10, ПКР-13          | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
|  |                         | Тестирование             | Примерный перечень тестовых заданий       |
|  |                         | Экзамен                  | Перечень экзаменационных вопросов         |
| 4 Наноструктуры и сверхрешётки                                   | ПКР-10, ПКР-13          | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
|  |                         | Тестирование             | Примерный перечень тестовых заданий       |
|  |                         | Экзамен                  | Перечень экзаменационных вопросов         |
| 5 Процессы переноса заряда в наноструктурах в электрическом поле | ПКР-10, ПКР-13          | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
|  |                         | Тестирование             | Примерный перечень тестовых заданий       |
|  |                         | Экзамен                  | Перечень экзаменационных вопросов         |

|  |                |                          |   |
|--|----------------|--------------------------|---|
| 6 Оптические свойства наноразмерных гетероструктур               | ПКР-10, ПКР-13 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
|  |                | Тестирование             | Примерный перечень тестовых заданий       |
|  |                | Экзамен                  | Перечень экзаменационных вопросов         |
| 7 Электрооптические эффекты для управления оптическим излучением | ПКР-10, ПКР-7  | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
|  |                | Тестирование             | Примерный перечень тестовых заданий       |
|  |                | Экзамен                  | Перечень экзаменационных вопросов         |

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. Что такое квантовая яма?
  - а) Это слой полупроводникового материала с шириной запрещённой зоной, больше чем ширина запрещенной зоны в окружающих областях.
  - б) Это слой полупроводникового материала с шириной запрещённой зоной, больше чем ширина запрещенной зоны в окружающих областях, и размерами больше длины волны де Бройля.
  - в) Это слой полупроводникового материала с шириной запрещённой зоной, меньше чем ширина запрещенной зоны в окружающих областях, и размерами больше длины волны де Бройля.
  - г) Это слой полупроводникового материала с шириной запрещённой зоной, меньше чем ширина запрещенной зоны в окружающих областях, и размерами по одной координате меньше длины волны де Бройля.
2. Что такое квантовая проволока?
  - а) Это проволоко-подобный полупроводник с шириной запрещенной зоны больше ширины зоны окружающей среды.
  - б) Это тонкая проволока, изготовленная из полупроводника с малой шириной запрещенной зоны.
  - в) Это нанокристаллический объект из полупроводника с малой шириной запрещенной зоны и имеющий толщину больше длины волны де Бройля, окруженный полупроводником с большой шириной запрещенной зоны.
  - г) Это нанокристаллический объект из полупроводника с большой шириной запрещенной зоны и имеющий толщину больше длины волны де Бройля.
3. Что такое квантовая точка?
  - а) Это крупинка полупроводникового материала размерами больше длины волны де Бройля и имеющего большую ширину запрещенной зоны.
  - б) Это крупинка полупроводникового материала, имеющего большую ширину запрещенной зоны.
  - в) Это крупинка полупроводникового материала размерами меньше длины волны де Бройля, окруженная материалом, с большой шириной запрещенной зоны.
  - г) Это крупинка полупроводникового материала размерами меньше длины волны де Бройля, окруженная материалом с малой шириной запрещенной зоны.

4. Что такое функция плотности состояний для квантовой ямы?
  - а) Это функция, показывающая распределение упругих свойств материала квантовой ямы по её глубине.
  - б) Это функция, показывающая количество электронов, находящихся в квантовой яме по её толщине.
  - в) Это функция, показывающая сколько разрешенных состояний имеется в квантовой яме на единицу её толщины.
  - г) Это функция, показывающая сколько разрешенных состояний имеется в квантовой яме на единичный интервал энергии.
5. Как выглядит функция плотности состояний для квантовой проволоки?
  - а) Это параболическая зависимость числа электронов по длине проволоки.
  - б) Это гиперболическая зависимость числа уровней размерного квантования по поперечному сечению проволоки.
  - в) Это экспоненциальная зависимость числа уровней размерного квантования по поперечному сечению проволоки.
  - г) Это зависимость числа уровней размерного квантования в единичном интервале энергии.
6. Как выглядит функция плотности состояний для квантовой точки?
  - а) Это линейный спектр в виде числа уровней размерного квантования.
  - б) Это эквидистантный спектр уровней разрешенных состояний электронов.
  - в) Это параболический спектр уровней разрешенных состояний для электронов.
  - г) Это экспоненциальный спектр запрещенных состояний для электронов.
7. Что такое длина волны де Бройля?
  - а) Это расстояние, которое проходит волна де Бройля в кристалле.
  - б) Это расстояние, которое должен пройти электрон в кристалле прежде чем из частицы он превратится в волну.
  - в) Это расстояние, которое должен пройти электрон в кристалле прежде чем из волны он превратится в частицу.
  - г) Это толщина потенциальной ямы, находясь в которой электрон превращается из частицы в волну.
8. Как зависит длина волны де Бройля от энергии частицы?
  - а) Длина волны де Бройля не зависит от энергии.
  - б) Длина волны де Бройля линейно зависит от энергии электрона.
  - в) Длина волны де Бройля экспоненциально зависит от энергии электрона.
  - г) Длина волны де Бройля линейно зависит от энергии электрона обратно пропорционально корню из энергии.
9. Как зависит длина волны де Бройля от массы частицы?
  - а) Длина волны де Бройля не зависит от массы частицы.
  - б) Длина волны де Бройля линейно зависит от массы электрона обратно пропорционально корню из массы.
  - в) Длина волны де Бройля линейно зависит от массы электрона пропорционально корню из энергии.
  - г) Длина волны де Бройля линейно экспоненциально зависит от массы электрона.
10. Чем отличается сверхрешетка от множества квантовой ямы?
  - а) Сверхрешетка представляет собой множество невзаимодействующих между собой квантовых точек равномерно распределенных по объему кристалла.
  - б) Сверхрешетка представляет собой множество невзаимодействующих между собой квантовых ям, равномерно распределенных по объему кристалла.
  - в) Сверхрешетка представляет собой множество взаимодействующих между собой квантовых ям, равномерно распределенных по объему кристалла.
  - г) Сверхрешетка представляет собой множество взаимодействующих между собой квантовых ям, случайным образом распределенных по объему кристалла.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Основные объекты наноэлектроники: квантовые ямы, квантовые проволоки, квантовые точки, множественные квантовые ямы, сверхрешётки. Условие возникновения



- размерного квантования.
2. Поперечный перенос в наноструктурах: резонансное туннелирование в наноструктурах, токопротекание в сверхрешётках и блоховские осцилляции, образование штарковских лестниц, образование областей с отрицательным дифференциальным сопротивлением.
  3. Поведение наноструктур в постоянном электрическом поле. Токопротекание в квантовых ямах, проводимость квантовой проволоки, кулоновская блокада переноса заряда.
  4. Квантовые ямы: строение, возможные типы квантовых ям, их энергетический и долинный спектры, вид функции плотности состояний в квантовой яме (квантовые ямы прямоугольной формы, параболической формы и треугольной формы).
  5. Квантовые проволоки и квантовые точки: строение, их энергетический и долинный спектры, вид функции плотности состояний, роль упругих напряжений в формировании долинного спектра валентной зоны. Роль экситонных явления в квантовых ямах.
  6. Процессы переноса заряда в квантовых наноструктурах: вид функции плотности состояний в проволоке, токопротекание в квантовой проволоке, формула Ландауэра, токопротекание в квантовой точке, вид функции плотности состояний в квантовой точке, кулоновская блокада.
  7. Понятие сверхрешётки в наноэлектронике. Её типы, энергетические диаграммы и спектры энергий электронов, его зависимость от периода трансляции решётки.
  8. Оптические свойства наноразмерных систем: оптические свойства квантовых ям и сверхрешеток, оптические свойства квантовых точек (уширение запрещенной зоны, повышение силы осциллятора, уширение спектров излучения).
  9. Эффект Франца-Келдыша в квантово-размерных объектах: физическая суть эффекта и его применение.
  10. Квантово-размерный эффект Штарка: физическая суть эффекта и его применение.

### **9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсовой работы**

1. Какова физическая причина размерного квантования в полупроводниковых элементах?
2. Поясните физический смысл длины волны де Бройля?
3. Почему введение квантовых ям позволяет увеличить коэффициент полезного действия источники излучения типа лазер и светодиод?
4. Какова суть квантово-размерного эффекта Штарка?
5. Какова суть эффекта Франца-Келдыша?
6. По какой причине эффект двулучепреломления используют для модуляции оптического излучения?
7. В чем различие структуры множественных квантовых ям о сверхрешетки?

### **9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых работ**

1. Численный расчет вольтамперной характеристики гетероструктуры с множественными квантовыми ямами на основе барьера (табулирование теоретических выражений с подгонкой численных значений параметров энергетического спектра гетероструктуры Пуассона).
2. Расчет энергетического спектра множественных квантовых ям гетероструктуры с заданным значением состава, ширины квантовой ямы и периода гетероструктуры, числом квантовых ям. Форма квантовой ямы: прямоугольная, параболическая.
3. Расчет энергетического спектра сверхрешетки на основе гетероструктуры с заданным значением состава, ширины квантовой ямы и периода гетероструктуры. Форма квантовой ямы: прямоугольная, параболическая.
4. Расчет энергетического спектра квантовой точки гетероструктуры с заданным значением состава, ширины квантовой ямы и периода гетероструктуры. Форма квантовой точки: кубическая квантовая точка; прямоугольная; сферическая.
5. Исследование структуры квантовых ям в гетероструктурах методом вольт-амперных характеристик (метод токового дифференцирования).
6. Исследование структуры квантовых ям в гетероструктурах методом вольт-фарадных характеристик (метод емкостного профилирования).
7. Исследование токовых свойств квантовых наноструктур и их связь с деградационными свойствами (исследование вольтамперной характеристики гетероструктуры и сравнение с ее излучательной характеристикой до и после термополевых испытаний).

8. Исследование излучательной способности наноструктур с варьируемым числом квантовых ям (сравнение излучения диффузионного р-п перехода и гетероструктуры с множественными квантовыми ямами).

## 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.

Основные методические рекомендации касаются организации и контроля выполнения самостоятельных заданий.

Структура подачи лекционного материала. Среди разнообразных методов наибольшая активность студентов наблюдается при применении технологии «интенсивной педагогики» в виде «продвинутой конферентной обзорной лекции», совмещенной с семинаром. Важно на фоне общих учебных заданий найти «изюминку» в каждом задании студента и показать актуальность и перспективы применения решения. Также важно показать достижения конкретных выпускников по предложенной тематике.

Практические занятия. Интерес к заданию появляется тогда, когда у него получаются решения по предложенным заданиям. Выполнение задания учитывает возможности и наклонности студента и позволяет предложить творческое развитие отдельных частей задания.

Защита самостоятельной (курсовой) работы. Наибольший интерес к развитию дает научно-техническая конференция, где каждый студент выступает с сообщением о своей работе. При подготовке к выступлению у студента происходит переоценка своей деятельности, прирост команды энтузиастов к развитию работы. Это способствует развитию общекультурных профессиональных компетенций, вырабатывает навыки грамотного изложения результатов работы и защиты их перед аудиторией.

## 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 № 73 от «12» 12 2018 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 |
|--------------------|--------------|--|