

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Твердотельная электроника**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

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

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

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                    | 26        | 26    | часов   |
| 2 | Практические занятия      | 20        | 20    | часов   |
| 3 | Лабораторные работы       | 16        | 16    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий  | 62        | 62    | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа    | 82        | 82    | часов   |
| 6 | Всего (без экзамена)      | 144       | 144   | часов   |
| 7 | Общая трудоемкость        | 144       | 144   | часов   |
|   |                           | 4.0       | 4.0   | З.Е.    |

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

д.т.н., профессор каф. ФЭ \_\_\_\_\_

П. Е. Троян

ассистент каф. ФЭ \_\_\_\_\_

В. В. Каранский

Заведующий обеспечивающей каф.  
ФЭ \_\_\_\_\_

П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ \_\_\_\_\_

А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.  
ПрЭ \_\_\_\_\_

С. Г. Михальченко

Эксперты:

Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ) \_\_\_\_\_

Н. С. Легостаев

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ) \_\_\_\_\_

И. А. Чистоедова

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

приобретение знаний по физическим основам действия полупроводниковых приборов, их электрическим характеристикам для статического и динамического режимов работы, реакции приборов на внешние воздействия, представлению приборов в виде электрических моделей, методам экспериментального определения параметров моделей.

### 1.2. Задачи дисциплины

- приобретение навыков и умений в вопросах правильного выбора вида полупроводниковых приборов для построения электронных схем, исходя из функциональных задач, решаемых этими схемами
- обеспечение грамотной эксплуатации приборов, позволяющих максимально использовать заложенные в них возможности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Твердотельная электроника» (Б1.Б.13) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Материалы электронной техники.

Последующими дисциплинами являются: Нанoeлектроника, Схемотехника, Физика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

- ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** устройство, принцип действия и основные технические характеристики основных классов полупроводниковых приборов эквивалентные схемы приборов, методы определения и расчета параметров эквивалентных схем функциональные электрические модели приборов и методы определения параметров моделей методы анализа переходных процессов

- **уметь** производить расчет параметров основных классов полупроводниковых приборов правильно выбирать элементы электронной схемы для решения поставленной задачи с максимальным использованием возможностей приборов, обеспечив при этом высокую надежность схем анализировать переходные процессы в твердотельных приборах с использованием метода заряда экспериментально определять параметры твердотельных приборов

- **владеть** навыками практической работы с полупроводниковыми приборами и элементами электронных схем

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности  | Всего часов | Семестры  |
|----------------------------|-------------|-----------|
|                            |             | 3 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 62          | 62        |
| Лекции                     | 26          | 26        |
| Практические занятия       | 20          | 20        |
| Лабораторные работы        | 16          | 16        |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| Самостоятельная работа (всего)                | 82  | 82  |
| Подготовка к контрольным работам              | 20  | 20  |
| Выполнение индивидуальных заданий             | 20  | 20  |
| Оформление отчетов по лабораторным работам    | 15  | 15  |
| Подготовка к лабораторным работам             | 4   | 4   |
| Проработка лекционного материала              | 9   | 9   |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 14  | 14  |
| Всего (без экзамена)                          | 144 | 144 |
| Общая трудоемкость, ч                         | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы                              | 4.0 | 4.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины  | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---------|---------------|--------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| 3 семестр   |         |               |              |              |                            |                         |
| 1 Введение, цели и задачи дисциплины                                | 1       | 0             | 0            | 1            | 2                          | ОПК-2, ПК-1             |
| 2 Физические основы твердотельной электроники                       | 2       | 2             | 0            | 3            | 7                          | ОПК-2, ПК-1             |
| 3 Контакт металл-полупроводник. Диод Шоттки                         | 2       | 2             | 0            | 3            | 7                          | ОПК-2, ПК-1             |
| 4 Электронно-дырочный переход                                       | 3       | 2             | 4            | 8            | 17                         | ОПК-2, ПК-1             |
| 5 Полупроводниковые диоды   | 4       | 4             | 4            | 28           | 40                         | ОПК-2, ПК-1             |
| 6 Биполярные транзисторы  | 6       | 4             | 4            | 28           | 42                         | ОПК-2, ПК-1             |
| 7 Полевые транзисторы   | 4       | 2             | 4            | 7            | 17                         | ОПК-2, ПК-1             |
| 8 Тиристоры   | 2       | 2             | 0            | 2            | 6                          | ОПК-2, ПК-1             |
| 9 Полупроводниковые датчики, сенсорные устройства и преобразователи | 2       | 2             | 0            | 2            | 6                          | ОПК-2, ПК-1             |
| Итого за семестр  | 26      | 20            | 16           | 82           | 144                        |                         |
| Итого   | 26      | 20            | 16           | 82           | 144                        |                         |

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

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов                    | Содержание разделов дисциплины (по лекциям)  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--------------------------------------|--|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр                            |  |                 |                         |
| 1 Введение, цели и задачи дисциплины | Цели и задачи курса. Требования к объему знаний по дисциплине. Полупроводниковые приборы, как элементы элек- | 1               | ОПК-2, ПК-1             |

|   |  |   |             |
|---|--|---|-------------|
|   | <p>тронных цепей (схем). Понятия, определения: электронные устройства, компоненты (пассивные и активные), полупроводниковые приборы. Основные разновидности полупроводниковых приборов по выполняемым функциям и технологии. Основные разделы курса лекций. Вклад отечественных ученых в развитие полупроводниковой техники. Список рекомендуемой литературы.</p>  |   |             |
|   | Итого  | 1 |             |
| 2 Физические основы твердотельной электроники | <p>Фундаментальная система уравнений – основа аналитического описания свойств полупроводниковых приборов. Аналитические выражения и физический смысл уравнений Пуассона, полного тока и непрерывности. Собственные и примесные полупроводники и их электропроводность. Компенсированные полупроводники. Зонная диаграмма этих материалов. Концентрация свободных носителей в собственном и примесном полупроводниках. Положение уровня Ферми в них. Зависимость концентрации свободных носителей от температуры. Физическое обоснование диапазона рабочих температур полупроводниковых приборов. Полупроводники в электрическом поле. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Виды генерации и рекомбинации: термогенерация, фотогенерация, полевая ионизация; рекомбинация зона-зона, рекомбинация через рекомбинационные уровни, излучательная и безизлучательная рекомбинация.</p> | 2 | ОПК-2, ПК-1 |
|   | Итого  | 2 |             |
| 3 Контакт металл-полупроводник. Диод Шоттки   | <p>Контакт металла с полупроводником (М-п/п) – зонная диаграмма. Выпрямляющий и омический контакт. Принцип выпрямления тока на контакте М-п/п по энергетическим диаграммам. ВАХ идеального контакта. Эффект Шоттки. Диод Шоттки. ВАХ реального контакта Шоттки. Распределение электрического поля в области пространственного заряда (ОПЗ) на контакте М-п/п и ширина ОПЗ. Емкость диода Шоттки. Эквивалентная схема и модель диода Шоттки. Особенности диода Шоттки. Омические контакты и их свойства.</p>  | 2 | ОПК-2, ПК-1 |
|   | Итого  | 2 |             |
| 4 Электронно-                                 | Механизм образования электронно-   | 3 | ОПК-2, ПК-1 |

|                           |  |   |             |
|---------------------------|--|---|-------------|
| дырочный переход          | дырочного перехода (ЭДП). Определение ЭДП. Контактная разность потенциалов, ее зависимость от концентрации легирующей примеси, температуры и ширины запрещенной зоны. Энергетические диаграммы ЭДП при прямом и обратном смещениях. Потоки носителей зарядов и принцип выпрямления тока ЭДП. Инжекция и экстракция носителей. Концентрация неосновных носителей заряда у границ ЭДП. Методы получения ЭДП: сплавление, диффузия, ионное легирование, эпитаксия. Понятие плавного и резкого, симметричного и несимметричного ЭДП, точечные и плоскостные ЭДП.   |   |             |
|                           | Итого  | 3 |             |
| 5 Полупроводниковые диоды | Эквивалентная схема диода. Параметры эквивалентной схемы: дифференциальное сопротивление, сопротивление постоянному току, сопротивление базы, диффузионная и барьерная емкости. Переходные процессы в диодах, эффекты накопления и рассасывания неосновных носителей в базе диода. Понятие низких, средних и высоких частот. Классификация диодов. Маркировка диодов. Выпрямительные диоды: определение, основные параметры. Импульсные диоды: определение, специфические характеристики, применение. Диоды с накоплением заряда. Универсальные диоды, СВЧ-диоды. Стабилитроны: принцип действия, схема включения, основные параметры, последовательно-параллельное включение. Туннельные диоды: принцип действия по энергетическим диаграммам, параметры, эквивалентная схема, применение. Обратные диоды: принцип действия, применение. Варикапы: принцип действия, основные параметры. Приборы оптоэлектроники - фоторезистор, светоизлучающий диод, фотодиод, оптопары, лазеры: устройство, принцип действия, основные параметры, режимы работы, применение. | 4 | ОПК-2, ПК-1 |
|                           | Итого  | 4 |             |
| 6 Биполярные транзисторы  | Схема потоков носителей зарядов в БТ. Внутренние физические параметры БТ: эффективность эмиттера, коэффициент переноса, эффективность коллектора. Внешние параметры БТ: коэффициент передачи тока эмиттера, коэффициент передачи тока базы. Связь между вну-   | 6 | ОПК-2, ПК-1 |

|                       |  |   |             |
|-----------------------|--|---|-------------|
|                       | <p>тренними и внешними параметрами в БТ. Статические параметры трех режимов работы БТ. Явление в БТ при больших токах. Эффект модуляции базы (эффект Эрли) и его следствия. Пробой БТ. Особенности пробоя БТ в схеме с ОЭ. Статические характеристики БТ в схеме с ОБ и ОЭ. Динамические характеристики БТ. Области активной работы, режима отсечки и насыщения. Предельные режимы по току и напряжению. Усижительные свойства БТ в схемах с ОБ, ОЭ и ОК. Частотные параметры БТ: предельная частота коэффициента передачи тока эмиттера, предельная частота коэффициента передачи тока базы, граничная частота, максимальная частота генерации. Зависимость эффективности эмиттера, коэффициента переноса, коэффициентов передачи тока эмиттера и тока базы от частоты. Переходные процессы в БТ для включения с ОБ и ОЭ. Характеристики переходных процессов: <math>t_z</math>, <math>t_n</math>, <math>t_{расс}</math>, <math>t_{сп}</math>, <math>t_{вкл}</math>, <math>t_{выкл}</math>. Описание переходных процессов методом заряда. Температурные зависимости динамических характеристик. Зависимость коэффициентов передачи токов эмиттера и базы от температуры. Термостабильность схем с ОБ и ОЭ. Описание БТ как линейного четырехполюсника. Система <math>y</math>-, <math>z</math>- и <math>h</math>- параметров. Схемы замещения БТ в <math>y</math>-, <math>z</math>- и <math>h</math>- параметрах. Переход от одной системы параметров к другой. Смысл <math>h</math>- параметров. Взаимосвязь <math>h</math>- параметров с физическими параметрами БТ. Расчет <math>h</math>- параметров по физическим параметрам БТ и наоборот. Методы определения <math>h</math>- параметров. Физическая эквивалентная схема БТ. Эквивалентная схема БТ с ОБ и ОЭ для низких частот. Эквивалентная схема БТ для высоких частот. Параметры эквивалентной схемы БТ. Зависимость параметров БТ от <math>I_э</math>, <math>T</math> и <math>U_к</math>. П-образная и гибридная эквивалентные схемы.</p> |   |             |
|                       | Итого  | 6 |             |
| 7 Полевые транзисторы | <p>ПТ с управляющим p-n переходом. Устройство ПТ. Принцип действия. Явление отсечки канала, УОТС. Причины, приводящие к отсечке тока и приращению тока. Процессы в ПТ после отсечки приращения тока. Качественный вид выходных ВАХ. Расчет выходных ВАХ ПТ с управляющим переходом. Передаточная</p>   | 4 | ОПК-2, ПК-1 |

|   |   |    |             |
|---|---|----|-------------|
|   | характеристика. Основные характеристики усилительного режима: крутизна, внутреннее сопротивление, коэффициент усиления по напряжению. Эквивалентная схема ПТ с управляющим переходом. Граничная частота, критерий граничной частоты. Схемы замещения для НЧ и ВЧ для трех схем включения ПТ. Полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом (МДП-транзистор). Устройство. Принцип действия. Напряжение Упор. Качественный вид входных и выходных ВАХ МДП-транзистора. Передаточная характеристика. Расчет выходных статических характеристик. Основные параметры усилительного и ключевого режимов работы. Переходные процессы. Комплементарная пара. Эквивалентная схема. Модели МДП-транзистора: динамическая модель малого и большого сигналов. Статическая и динамическая модель мощных ПТ. Полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом. Устройство, принцип действия, эквивалентная схема. Семейство выходных статических характеристик. Передаточные характеристики. Отличие транзистора со встроенным каналом от прибора с индуцированным каналом. Транзисторы с n-каналами и самосовмещенными затворами. Параметры и характеристики транзисторов с короткими каналами. |    |             |
|   | Итого   | 4  |             |
| 8 Тиристоры   | Общие сведения о тиристорах. Классификация и условно-графические обозначения тиристоров. Устройство и принцип действия диодного тиристора. Триодный незапираемый тиристор. Триодный запираемый тиристор. Симметричные тиристоры. Эффекты $dU/dt$ и $dI/dt$ . Основные параметры тиристоров. Маркировка тиристоров.  | 2  | ОПК-2, ПК-1 |
|   | Итого   | 2  |             |
| 9 Полупроводниковые датчики, сенсорные устройства и преобразователи | Датчики температуры, давления, магнитных полей, датчики парциальных давлений. Преобразовательные сенсоры.   | 2  | ОПК-2, ПК-1 |
|   | Итого   | 2  |             |
| Итого за семестр  |   | 26 |             |

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и



обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин          | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Предшествующие дисциплины       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 Материалы электронной техники |   | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 Нанoeлектроника               | +   | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 Схемотехника                  | +   |   | + | + | + | + | + | + | + |
| 3 Физика                        |   | + | + | + | + | + | + | + | + |

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

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

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

| Компетенции | Виды занятий |            |           |           | Формы контроля  |
|-------------|--------------|------------|-----------|-----------|---|
|             | Лек.         | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. |   |
| ОПК-2       | +            | +          | +         | +         | Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ПК-1        | +            | +          | +         | +         | Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию |

#### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

#### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов             | Наименование лабораторных работ                         | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|-------------------------------|---|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр                     |   |                 |                         |
| 4 Электронно-дырочный переход | Исследование вольт-амперной характеристики p-n перехода | 4               | ОПК-2, ПК-1             |
|                               | Итого   | 4               |                         |

|                                 |  |    |             |
|---------------------------------|--|----|-------------|
| 5<br>Полупроводниковые<br>диоды | Исследование вольт-емкостных характеристик полупроводникового диода<br>Изучение переходных процессов в полупроводниковом диоде | 4  | ОПК-2, ПК-1 |
|                                 | Итого  | 4  |             |
| 6 Биполярные<br>транзисторы     | Исследование статических характеристик биполярного транзистора<br>Определение параметров биполярного транзистора               | 4  | ОПК-2, ПК-1 |
|                                 | Итого  | 4  |             |
| 7 Полевые<br>транзисторы        | Исследование характеристик полевого транзистора с управляющим р-п переходом  | 4  | ОПК-2, ПК-1 |
|                                 | Итого  | 4  |             |
| Итого за семестр                |  | 16 |             |

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов                             | Наименование практических занятий (семинаров)  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр                                     |  |                 |                         |
| 2 Физические основы твердотельной электроники | Физические основы твердотельной электроники  | 2               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Итого  | 2               |                         |
| 3 Контакт металл-полупроводник. Диод Шоттки   | Расчет параметров диода Шоттки   | 2               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Итого  | 2               |                         |
| 4 Электронно-дырочный переход                 | Расчет параметров электронно-дырочного перехода  | 2               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Итого  | 2               |                         |
| 5 Полупроводниковые диоды                     | Расчет параметров полупроводниковых диодов   | 2               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Контрольная работа №1. Расчет параметров полупроводниковых приборов.   | 2               |                         |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 6 Биполярные транзисторы                      | Расчет внешних и внутренних параметров биполярного транзистора<br>Эффект Эрли в биполярных транзисторах<br>Определение малосигнальных параметров биполярного транзистора | 2               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Контрольная работа № 2. Расчет параметров биполярного транзистора  | 2               |                         |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 7 Полевые транзисторы                         | Расчет параметров полевых транзисторов   | 2               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Итого  | 2               |                         |
| 8 Тиристоры                                   | Расчет параметров тиристоров   | 2               | ОПК-2, ПК-1             |

|  |   |    |             |
|--|---|----|-------------|
|  | Итого   | 2  |             |
| 9<br>Полупроводниковые датчики, сенсорные устройства и преобразователи | Расчет параметров полупроводниковых преобразователей и сенсоров | 2  | ОПК-2, ПК-1 |
|  | Итого   | 2  |             |
| Итого за семестр   |   | 20 |             |

### 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов                             | Виды самостоятельной работы                   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля  |
|---|---|-----------------|-------------------------|---|
| 3 семестр                                     |   |                 |                         |   |
| 1 Введение, цели и задачи дисциплины          | Проработка лекционного материала              | 1               | ОПК-2, ПК-1             | Конспект самоподготовки, Тест   |
|   | Итого   | 1               |                         |   |
| 2 Физические основы твердотельной электроники | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2               | ОПК-2, ПК-1             | Конспект самоподготовки, Отчет по практическому занятию, Тест   |
|   | Проработка лекционного материала              | 1               |                         |   |
|   | Итого   | 3               |                         |   |
| 3 Контакт металл-полупроводник. Диод Шоттки   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2               | ОПК-2, ПК-1             | Конспект самоподготовки, Отчет по практическому занятию, Тест   |
|   | Проработка лекционного материала              | 1               |                         |   |
|   | Итого   | 3               |                         |   |
| 4 Электронно-дырочный переход                 | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2               | ОПК-2, ПК-1             | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест             |
|   | Проработка лекционного материала              | 1               |                         |   |
|   | Подготовка к лабораторным работам             | 1               |                         |   |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 4               |                         |   |
|   | Итого   | 8               |                         |   |
| 5 Полупроводниковые диоды                     | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2               | ОПК-2, ПК-1             | Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Отчет по прак- |
|   | Проработка лекционного материала              | 1               |                         |   |
|   | Подготовка к лаборатор-                       | 1               |                         |   |

|   |   |    |             |   |
|---|---|----|-------------|---|
|   | ным работам                                   |    |             | тическому занятию, Тест   |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 4  |             |   |
|   | Выполнение индивидуальных заданий             | 10 |             |   |
|   | Подготовка к контрольным работам              | 10 |             |   |
|   | Итого   | 28 |             |   |
| 6 Биполярные транзисторы  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2  | ОПК-2, ПК-1 | Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест |
|   | Проработка лекционного материала              | 1  |             |   |
|   | Подготовка к лабораторным работам             | 1  |             |   |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 4  |             |   |
|   | Выполнение индивидуальных заданий             | 10 |             |   |
|   | Подготовка к контрольным работам              | 10 |             |   |
|   | Итого   | 28 |             |   |
| 7 Полевые транзисторы   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2  | ОПК-2, ПК-1 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест                                   |
|   | Проработка лекционного материала              | 1  |             |   |
|   | Подготовка к лабораторным работам             | 1  |             |   |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 3  |             |   |
|   | Итого   | 7  |             |   |
| 8 Тиристоры   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1  | ОПК-2, ПК-1 | Конспект самоподготовки, Отчет по практическому занятию, Тест   |
|   | Проработка лекционного материала              | 1  |             |   |
|   | Итого   | 2  |             |   |
| 9 Полупроводниковые датчики, сенсорные устройства и преобразователи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1  | ОПК-2, ПК-1 | Конспект самоподготовки, Отчет по практическому занятию, Тест   |
|   | Проработка лекционного материала              | 1  |             |   |
|   | Итого   | 2  |             |   |
| Итого за семестр  |   | 82 |             |   |

|       |    |  |  |
|-------|----|--|--|
| Итого | 82 |  |  |
|-------|----|--|--|

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности    | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|----------------------------------|--|---|---|------------------|
| 3 семестр                        |  |   |   |                  |
| Защита отчета                    |  | 10  | 10  | 20               |
| Контрольная работа               |  | 15  | 15  | 30               |
| Опрос на занятиях                | 2  | 2   | 2   | 6                |
| Отчет по индивидуальному заданию |  | 15  | 15  | 30               |
| Тест                             | 4  | 4   | 6   | 14               |
| Итого максимум за период         | 6  | 46  | 48  | 100              |
| Нарастающим итогом               | 6  | 52  | 100   | 100              |

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

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В. Физические основы электроники. – Учебное пособие. – СПб. [Электронный ресурс]: Лань, 2013. – 560 с. — Режим доступа: [http://lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=68&pl1\\_id=937](http://lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=68&pl1_id=937) (дата обращения: 05.11.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Троян П.Е. Твердотельная электроника. – Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2006. – 321 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Гаман З.И. Физика полупроводниковых приборов: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – 426 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

3. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учебное пособие. – М.: Техносфера, 2005. – 408 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 57 экз.)

4. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. – СПб.: Лань, 2006. – 480 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 98 экз.)

### **12.3. Учебно-методические пособия**

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

1. Троян П.Е. Твердотельная электроника. Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: ТУСУР, 2007. – 76 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)

2. Жигальский А.А. Твердотельная электроника: Методические указания по выполнению лабораторных работ. – Томск: ТУСУР, 2007. – 59 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

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

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

##### **Для лиц с нарушениями зрения:**

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

##### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

1. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина» – Режим доступа: <http://www.ph4s.ru/>

2. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: информационная система. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

3. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

4. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/>

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

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

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

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, те-

кущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 224 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

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

Лаборатория твердотельной электроники и микроэлектроники

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 115б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды: «Исследование ВАХ р-п перехода», «Исследование вольёмкостной характеристики р-п пе-рехода» - (2 шт.), «Исследование статистических характеристик полевого транзистора со встроенным р-п переходом» (2 шт.), «Исследование статистических характеристик биполярного транзистора» (2 шт.), «Исследование переходных процессов в полупроводниковом диоде», «Физические основы электроники»;

- Источник питания Б5-31;
- Вольтметр В7-22А (2 шт.);
- Осциллограф С1-118А;
- Осциллограф АСК-1021;
- Генератор Г5-15;
- Измеритель Л2-42 (2 шт.);
- Персональный компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Windows XP

### **13.1.4. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

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

### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

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

#### **14.1.1. Тестовые задания**

1. При  $T=0$  К все уровни...

1. валентной зоны не заняты, а уровни зоны проводимости заполнены;

2. валентной зоны и зоны проводимости не заняты;

3. валентной зоны и зоны проводимости заполнены;

4. валентной зоны заполнены, а уровни зоны проводимости не заняты.

2. Носители в вырожденных полупроводниках подчиняются статистике...

1. Ферми-Дирака;

2. Бозе-Эйнштейна;

3. Максвелла-Больцмана;

4. Больцмана.

3. Подвижность электронов в полупроводниках...

1. всегда меньше подвижности дырок;

2. может быть, как меньше подвижности дырок, так и больше;

3. всегда больше подвижности дырок;

4. равна подвижности дырок.

4. Эффект односторонней проводимости диода Шоттки отражен на эквивалентной схеме...

1. омическим сопротивлением базы;

2. дифференциальным сопротивлением;

3. сопротивлением растекания;

4. емкостью плоского конденсатора, одной из обкладок которой является металл, а второй (воображаемой) обкладкой является изменяющаяся граница ОПЗ.

5. Электроны, прошедшие в металл, создают на его поверхности отрицательный заряд, а в приповерхностном слое проводника нескомпенсированные ионизованные доноры формируют по-



ложительный заряд, в результате этого процесса между металлом и полупроводником возникает...

1. внутреннее электрическое поле;
2. внешнее электрическое поле;
3. магнитное поле;
4. градиент концентрации.
6. Областью пространственного заряда называется область на контакте, где...

1. в металле повышена концентрация электронов;
2. в металле понижена концентрация электронов;
3. в полупроводнике понижена концентрация электронов;
4. в полупроводнике повышена концентрация электронов.

7. Диод Шоттки – это полупроводниковый прибор на основе контакта металл-полупроводник, принцип действия которого основан на явлении...

1. фотоэлектронной эмиссии;
2. вторичной эмиссии;
3. автоэлектронной эмиссии;
4. термоэлектронной эмиссии.

8. Явление перехода основных носителей заряда через ОПЗ р-п перехода в область, в область, где они становятся неосновными, называется...

1. инжекция неосновных носителей заряда;
2. инжекция основных носителей заряда;
3. экстракция неосновных носителей заряда;
4. экстракция основных носителей заряда.

9. Какой ток возникает из-за загрязнения поверхности полупроводника и может существенно влиять на обратную ветвь ВАХ при достаточно больших обратных напряжениях?

1. ток тепловой генерации;
2. канальный ток;
3. ток утечки;
4. ток насыщения.

10. Усилительные, генераторные и переключательные свойства биполярного транзистора обусловлены явлениями...

1. инжекции неосновных и экстракции основных носителей зарядов;
2. инжекции основных и экстракции неосновных носителей зарядов;
3. инжекции и экстракции основных носителей зарядов;
4. инжекции и экстракции неосновных носителей зарядов.

11. Активный режим работы биполярного транзистора осуществляется тогда, когда...

1. эмиттерный и коллекторный переходы смещены в прямом направлении;
2. эмиттерный и коллекторный переходы смещены в обратном направлении;
3. эмиттерный переход смещен в обратном направлении, коллекторный в прямом.
4. эмиттерный переход смещен в прямом направлении, коллекторный в обратном.

12. Из ниже перечисленных параметров биполярного транзистора к числу внешних параметров не относится...

1. статический коэффициент передачи тока эмиттера;
2. дифференциальный коэффициент передачи тока эмиттера;
3. коэффициент передачи тока базы;
4. эффективность коллектора.

13. На данном рисунке приведено условно-графическое обозначение...

1. гетеробиполярного транзистора;
2. инжекционного транзистора;
3. однопереходного транзистора;
4. лавинного транзистора.

14. Тиристор – это...

1. полупроводниковый прибор с тремя или более р-п переходами, на вольтамперной характеристике которого имеется участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением;
2. полупроводниковый прибор с двумя или более р-п переходами, на вольтамперной харак-

- теристике которого имеется участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением;
3. полупроводниковый прибор с тремя или более р-п переходами, на вольтамперной характеристике которого имеется участок с отрицательной проводимостью;
4. полупроводниковый прибор с двумя или более р-п переходами, на вольтамперной характеристике которого имеется участок с отрицательной проводимостью.
15. В открытом состоянии сопротивление тиристора...
1. высоко, и через него протекает большой ток;
  2. высоко, и через него протекает малый ток;
  3. мало, и через него протекает малый ток;
  4. мало, и через него протекает большой ток.
16. В транзисторах с управляющим р-п переходом в качестве затвора используется область, тип электропроводности которой...
1. противоположен типу электропроводности истока;
  2. противоположен типу электропроводности стока;
  3. совпадает с типом электропроводности в канале;
  4. противоположен типу электропроводности канала.
17. В транзисторах с изолированным затвором между металлическим затвором и проводящим каналом расположен тонкий слой...
1. диэлектрика;
  2. металла;
  3. полупроводника с противоположенным типом проводимости, чем в канале;
  4. полупроводника с таким же типом проводимости, что и в канале.
18. Режим работы полевого транзистора с управляющим р-п переходом без перекрытия канала называется...
1. режимом отсечки;
  2. линейным режимом;
  3. режимом насыщения;
  4. активным режимом.
19. Для получения высокой крутизны необходимо иметь канал...
1. с большой длиной и малой шириной;
  2. с большой длиной и большой шириной;
  3. с малой длиной и малой шириной;
  4. с малой длиной и большой шириной.
20. При работе транзистора в качестве датчика температуры обычно используют схему включения...
1. с общим коллектором и отключенным эмиттером;
  2. с общей базой;
  3. с общим эмиттером и отключенной базой;
  4. с общим коллектором.

#### **14.1.2. Темы контрольных работ**

1. Расчет параметров полупроводниковых приборов.
2. Расчет параметров биполярного транзистора.

#### **14.1.3. Темы индивидуальных заданий**

1. Расчет параметров полупроводниковых диодов.
2. Расчет параметров биполярных транзисторов.

#### **14.1.4. Темы опросов на занятиях**

1. Фундаментальная система уравнений твердотельной электроники.
2. Контакт металл-полупроводник.
3. Диод Шоттки.
4. Механизм образования электронно-дырочного перехода (ЭДП).
5. Энергетические диаграммы ЭДП при прямом и обратном смещениях.
6. Потоки носителей зарядов и принцип выпрямления тока ЭДП.
7. Классификация диодов.

8. Биполярный транзистор (БТ): определение, схемы включения, режимы работы.
9. Дрейфовый и бездрейфовый БТ.
10. Внутренние параметры БТ:  $\gamma$ ,  $\alpha_P$ ,  $\alpha^*$ .
11. Внешние параметры БТ:  $\alpha$ ,  $\beta$ .
12. Статические характеристики БТ.
13. Эквивалентная схема БТ.
14. БТ как четырехполюсник. Система  $y$ ,  $z$ ,  $h$  – параметров.
15. Полевые транзисторы (ПТ): определение, виды.
16. Тиристоры.

#### **14.1.5. Вопросы на самоподготовку**

1. Магнетозлектроника.
2. Приборы на эффекте Ганна.
3. Криоэлектроника.
4. Хемотроника.
5. Приборы с зарядовой связью.

#### **14.1.6. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

- Физические основы твердотельной электроники
- Расчет параметров диода Шоттки
- Расчет параметров электронно-дырочного перехода
- Расчет параметров полупроводниковых диодов
- Расчет внешних и внутренних параметров биполярного транзистора
- Эффект Эрли в биполярных транзисторах
- Определение малосигнальных параметров биполярного транзистора
- Расчет параметров полевых транзисторов
- Расчет параметров тиристоров
- Расчет параметров полупроводниковых преобразователей и сенсоров

#### **14.1.7. Темы лабораторных работ**

1. Исследование вольт-амперной характеристики p-n перехода
2. Исследование вольт-емкостных характеристик полупроводникового диода
3. Изучение переходных процессов в полупроводниковом диоде
4. Исследование статических характеристик биполярного транзистора
5. Определение параметров биполярного транзистора
6. Исследование характеристик полевого транзистора с управляющим p-n переходом

#### **14.1.8. Вопросы дифференцированного зачета**

2. Собственные, примесные и компенсированные полупроводники.
3. Генерация и рекомбинация носителей в полупроводниках.
4. Контакт металл-полупроводник.
5. Диод Шоттки.
6. Омические контакты.
7. Механизм образования электронно-дырочного перехода (ЭДП).
8. Контактная разность потенциалов, ее зависимость от концентрации легирующей примеси, температуры и ширины запрещенной зоны.
9. Энергетические диаграммы ЭДП при прямом и обратном смещениях.
10. Потоки носителей зарядов и принцип выпрямления тока ЭДП.
11. Методы получения ЭДП: сплавление, диффузия, ионное легирование, эпитаксия.
12. Понятие плавного и резкого, симметричного и несимметричного ЭДП, точечные и плоскостные ЭДП.
13. Классификация диодов.
14. Выпрямительные диоды.
15. Варикапы.
16. Стабилитрон.
17. Туннельный диод.
18. Фотодиод.

19. Светодиод.
20. Биполярный транзистор (БТ): определение, схемы включения, режимы работы.
21. Дрейфовый и бездрейфовый БТ.
22. Схема потоков носителей в БТ.
23. Внутренние параметры БТ:  $\gamma$ ,  $\alpha_P$ ,  $\alpha^*$ .
24. Внешние параметры БТ:  $\alpha$ ,  $\beta$ .
25. Статические характеристики БТ.
26. Усилительные свойства БТ.
27. Частотные параметры БТ.
28. Эквивалентная схема БТ.
29. БТ как четырехполюсник. Система  $y$ ,  $z$ ,  $h$  – параметров.
30. Классификация и маркировка БТ.
31. Полевые транзисторы (ПТ): определение, виды.
32. ПТ с управляющим переходом и барьером Шоттки.
33. ПТ с индуцированным и встроенным каналом.
34. Комплементарная пара. Параметры ПТ. Достоинства и недостатки.
35. Тиристоры: определение, виды.
36. Принцип действия диодного тиристора.
37. Триодный тиристор.
38. Симметричный тиристор.
39. Полупроводниковые датчики, преобразователи.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

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

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

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на

подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- 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.