

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента науки и инноваций  
\_\_\_\_\_ В. М. Рулевский  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Спецпрактикум по физической электронике**

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**

Направление подготовки / специальность: **03.06.01 Физика и астрономия**

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

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2015 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
4	Самостоятельная работа	36	36	часов
5	Всего (без экзамена)	72	72	часов
6	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 4 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шелупанов А.А.  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.06.2015  
Уникальный программный ключ:  
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол №\_\_\_\_\_.

Разработчик:

д.т.н., профессор каф. ФЭ \_\_\_\_\_ П. Е. Троян

Заведующий обеспечивающей каф.  
ФЭ

\_\_\_\_\_ П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ \_\_\_\_\_ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.  
ФЭ

\_\_\_\_\_ П. Е. Троян

Эксперты:

Заведующий аспирантурой \_\_\_\_\_ Т. Ю. Коротина

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ)

\_\_\_\_\_ И. А. Чистоедова

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

изучение аспирантом фундаментальных явлений и эффектов в области физической электроники.

### 1.2. Задачи дисциплины

- расширение знаний о фундаментальных законах, физических процессах и явлениях в приборах физической электроники;
- усвоение методов создания приборов физической электроники;
- знакомство с экспериментальными и теоретическими методами исследований, применяемых в физической электронике.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Спецпрактикум по физической электронике» (Б1.В.ДВ.2.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Технологии получения тонких пленок и пленочных структур, Физические основы электронно-ионно-лучевых и плазменных технологий, Физические явления в твердотельных микро- и наноструктурах.

Последующими дисциплинами являются: Физическая электроника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-4 способность разрабатывать и исследовать технологии и технологические процессы получения пленочных структур и электронных приборов и устройств;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** экспериментальные методы исследования физических свойств пленочных структур и электронных приборов и устройств; технологические методы получения пленочных структур и электронных приборов и устройств.
- **уметь** разрабатывать и применять экспериментальные методы исследования физических свойств пленочных структур и электронных приборов и устройств.
- **владеть** практическими навыками разработки экспериментальных методов исследования пленочных структур и электронных приборов и устройств.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	26	26
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость, ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

## 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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр					
1 Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях	3	4	6	13	ПК-4
2 Термоэлектронная эмиссия	4	6	8	18	ПК-4
3 Фотоэффект и стимулированное излучение	3	2	8	13	ПК-4
4 Твердотельные приборы	4	2	8	14	ПК-4
5 Электропроводность газов	4	4	6	14	ПК-4
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

### 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
4 семестр			
1 Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях	Введение в дисциплину. Скорость, время пролета и энергия электрона в электрическом поле. Траектория электрона в электрическом поле. Движение электрона в магнитном поле. Винтовое движение электрона в магнитном поле.	3	ПК-4
	Итого	3	
2 Термоэлектронная эмиссия	Формула Ричардсона-Дешмана. Работа выхода. Электровакуумные приборы и катодные материалы, применяемые в электронной технике. Характеристики. Эффект Шоттки. Потенциальная энергия. Ток в планарном диоде, ограниченный пространственным зарядом. Триод. Характеристики вакуумного диода с термоэлектронным катодом.	4	ПК-4
	Итого	4	
3 Фотоэффект и стимулированное излучение	Уравнение фотоэффекта Эйнштейна. Фотоэлектронная эмиссия. Квантовый выход. Спектральная чувствительность. Пороговая частота (длина волны). Внешний фотоэффект. Вакуумный и газонаполнен-	3	ПК-4

	ный фотоэлементы. Вторичная эмиссия. Фотоэлектронный умножитель. Фото-диод. Квантовая теория фотоэффекта.		
	Итого	3	
4 Твердотельные приборы	Искривление энергетических уровней на контакте металл-полупроводник. Выпрямляющие действия перехода металл-полупроводник. Потенциальный барьер на границе p-n перехода. Диффузионный потенциал на p-n переходе. Вывод основного уравнения диода. Физический механизм лавинного и зенеровского пробоя. Биполярный транзистор. Выходные и входные характеристики. Принцип действия. Режимы усиления постоянного тока. Эквивалентные модели транзистора. Конструкции полевых транзисторов. Виды. Преимущества униполярных транзисторов по сравнению с биполярными.	4	ПК-4
	Итого	4	
5 Электропроводность газов	Число Лошмидта. Средняя длина свободного пробега молекул и электронов. Вероятность столкновения частиц в газе. Вольт-амперная характеристика газового разряда. Коэффициенты первичной и вторичной ионизации Таунсенда. Вывод уравнения для плотности тока в разрядной трубке. Условие пробоя в газе. Потенциал зажигания разряда. Механизмы ионизации и кривая Пашена. Ртутная плазма и ее электропроводность. Характеристики плазмы.	4	ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

### 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
Предшествующие дисциплины					
1 Технологии получения тонких пленок и пленочных структур	+	+	+	+	+
2 Физические основы электронно-ионно-лучевых и плазменных технологий	+	+	+	+	+
3 Физические явления в твердотельных	+	+	+	+	+

микро- и наноструктурах					
Последующие дисциплины					
1 Физическая электроника	+	+	+	+	+

#### 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.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Опрос на занятиях, Тест, Дифференцированный зачет, Отчет по практическому занятию

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

Не предусмотрено РУП.

#### 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

#### 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
4 семестр			
1 Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях	Принцип действия и расчет циклотрона	2	ПК-4
	Расчет чувствительности к магнитному отклонению электронно-лучевой трубки	2	
	Итого	4	
2 Термоэлектронная эмиссия	Расчет планарного диода и триода	4	ПК-4
	Расчет параметров и характеристик вакуумного диода	2	
	Итого	6	
3 Фотоэффект и стимулированное излучение	Вычисление квантового выхода и пороговой длины волны	2	ПК-4
	Итого	2	
4 Твердотельные приборы	Расчет и построение входных и выходных характеристик биполярного транзистора	2	ПК-4
	Итого	2	
5 Электропроводность газов	Расчет коэффициента первичной ионизации при заданных напряжениях пробоя	2	ПК-4
	Расчет потенциала зажигания для газов	2	
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

## 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
4 семестр				
1 Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
2 Термоэлектронная эмиссия	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
3 Фотоэффект и стимулированное излучение	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
4 Твердотельные приборы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
5 Электропроводность газов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

## **10. Курсовой проект / курсовая работа**

Не предусмотрено РУП.

## **11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**

Рейтинговая система не используется.

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

### **12.1. Основная литература**

1. Владимиров, Г.Г. Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Г. Владимиров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург Лань, 2013. — 368 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/38838> (дата обращения: 13.08.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Электроника : Учебное пособие для втузов / В. И. Лачин, Н. С. Савелов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Ростов н/Д : Феникс, 2002. - 573[3] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

2. Полупроводниковые приборы : Учебник для вузов / Владимир Васильевич Пасынков, Лев Константинович Чиркин. - 5-е изд., исправленное. - СПб. : Лань, 2001. - 480 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

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

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

1. Задачи по физической электронике. (С решениями и комментариями) : Пер. с англ. / П. Линч, А. Николайдес. - М. : Мир, 1975. - 264 с. (пособие используется для практических занятий и самостоятельной работы) (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 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. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

2. «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, текущего 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 ил-



люстрации 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, 117 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Установка совмещения и экспонирования ЩА-310;
- Установка для нанесения фоторезиста;
- Электронный микроскоп УЭМВ-100К;
- Дистиллятор воды;
- Лабораторное оборудование и приборы: микроскоп МБС-9, микроскоп стерео МС-1, микроинтерферометр МИИ-4, химическая посуда, реактивы;

- Учебная доска;

- Проектор;

- Ноутбук;

- Экран для проектора;

- Комплект специализированной учебной мебели;

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– LibreOffice

– PDF-XChange Viewer

– Windows XP

### **13.1.3. 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 звуко-

усиливающей 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. Какому закону подчиняется распределение электронов по скоростям ?
  - а) Закону Больцмана;
  - б) Закону Столетова;
  - в) Закону Максвелла;
  - г) Закону Эйнштейна.
2. При каком типе столкновений налетающий электрон передает свою энергию электрону кристалла?
  - а) Упругое столкновение;
  - б) Неупругое столкновение;
  - в) При всех типах столкновений;
  - г) Таких соударений не существует.
3. При каком типе столкновений налетающий электрон не передает свою энергию электрону кристалла?
  - а) Упругое столкновение;
  - б) Неупругое столкновение;
  - в) При всех видах столкновений;
  - г) Таких соударений не существует.
4. Назовите основную характеристику катода.
  - а) Зависимость тока эмиссии от температуры катода;
  - б) Зависимость эффективной работы выхода от материала катода;
  - в) Зависимость тока эмиссии от способа нагрева катода;
  - г) Зависимость эффективной работы выхода от толщины катода;
5. Для каких катодов применяется параметр допустимая плотность катодного тока?
  - а) Для всех типов катодов;
  - б) Для неактивированных катодов;
  - в) Для активированных катодов;
  - г) Для лантан-боридных катодов.
6. Какой электронный пучок считается параксиальный?
  - а) Если траектории электронов параллельны;
  - б) Отсутствует симметрия относительно оптической оси;

в) Расстояние от оптической оси до крайнего электрона много больше квадрата этого расстояния;

г) Расстояние от оптической оси до крайнего электрона много меньше квадрата этого расстояния.

7. На какой электрод осциллографической трубки подается исследуемый сигнал?

а) На модулятор;

б) На пластины горизонтального отклонения;

в) На пластины вертикального отклонения;

г) Анод после ускорения.

8. Какие системы отклонения имеют больший частотный диапазон?

а) Магнитные;

б) Электростатические;

в) В обеих системах;

г) Квадрупольные.

9. Какой тип разряда называется несамостоятельным?

а) Разряд, который может существовать только при воздействии внешнего ионизирующего фактора;

б) Разряд, который может существовать без воздействия внешнего ионизирующего фактора;

в) Любой тип разряда;

г) Таких разрядов не существует.

10. Какой тип разряда называется самостоятельным?

а) Разряд, который может существовать только при воздействии внешнего ионизирующего фактора;

б) Разряд, который может существовать без воздействия внешнего ионизирующего фактора;

в) Разряд, который может существовать без электрического поля;

г) Таких разрядов не существует.

11. Подвижность электронов в полупроводниках...

а) всегда меньше подвижности дырок;

б) может быть, как меньше подвижности дырок, так и больше;

в) всегда больше подвижности дырок;

г) равна подвижности дырок.

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

а) омическим сопротивлением базы;

б) дифференциальным сопротивлением;

в) сопротивлением растекания;

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

13. Электроны, прошедшие в металл, создают на его поверхности отрицательный заряд, а в приповерхностном слое проводника некомпенсированные ионизованные доноры формируют положительный заряд, в результате этого процесса между металлом и полупроводником возникает...

а) внутреннее электрическое поле;

б) внешнее электрическое поле;

в) магнитное поле;

г) градиент концентрации.

14. Областью пространственного заряда называется область на контакте, где...

- а) в металле повышена концентрация электронов;
- б) в металле понижена концентрация электронов;
- в) в полупроводнике понижена концентрация электронов;
- г) в полупроводнике повышена концентрация электронов.

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

- а) фотоэлектронной эмиссии;
- б) вторичной эмиссии;
- в) автоэлектронной эмиссии;
- г) термоэлектронной эмиссии.

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

- а) инжекция неосновных носителей заряда;
- б) инжекция основных носителей заряда;
- в) экстракция неосновных носителей заряда;
- г) экстракция основных носителей заряда.

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

- а) ток тепловой генерации;
- б) канальный ток;
- в) ток утечки;
- г) ток насыщения.

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

- а) инжекции неосновных и экстракции основных носителей зарядов;
- б) инжекции основных и экстракции неосновных носителей зарядов;
- в) инжекции и экстракции основных носителей зарядов;
- г) инжекции и экстракции неосновных носителей зарядов.

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

- а) эмиттерный и коллекторный переходы смещены в прямом направлении;
- б) эмиттерный и коллекторный переходы смещены в обратном направлении;
- в) эмиттерный переход смещен в обратном направлении, коллекторный в прямом.
- г) эмиттерный переход смещен в прямом направлении, коллекторный в обратном.

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

- а) статический коэффициент передачи тока эмиттера;
- б) дифференциальный коэффициент передачи тока эмиттера;
- в) коэффициент передачи тока базы;
- г) эффективность коллектора.

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

1. Принцип действия циклотрона.
2. Электронно-лучевая трубка.
3. Планарный диод.
4. Триод.

5. Вакуумный диод.
6. Квантовый выход и пороговая длина волны.
7. Расчет и построение входных и выходных характеристик биполярного транзистора.
8. Потенциал зажигания для газов.

#### **14.1.3. Темы опросов на занятиях**

1. Скорость, время пролета и энергия электрона в электрическом поле.
2. Траектория электрона в электрическом поле.
3. Движение электрона в магнитном поле.
4. Уравнение Ричардсона-Дешмана.
5. Электровакуумные приборы и катодные материалы, применяемые в электронной технике.
6. Триод.
7. Характеристики вакуумного диода с термоэлектронным катодом.
8. Фотоэлектронная эмиссия.
9. Внешний фотоэффект.
10. Вторичная эмиссия.
11. Фотоэлектронный умножитель.
12. Искривление энергетических уровней на контакте металл-полупроводник.
13. Выпрямляющие действия перехода металл-полупроводник.
14. Биполярный транзистор.
15. Выходные и входные характеристики.
16. Эквивалентные модели транзистора.
17. Конструкции полевых транзисторов.
18. Средняя длина свободного пробега молекул и электронов.
19. Вольт-амперная характеристика газового разряда.
20. Коэффициенты первичной и вторичной ионизации Таунсенда.

#### **14.1.4. Вопросы дифференцированного зачета**

1. Скорость, время пролета и энергия электрона в электрическом поле.
2. Траектория электрона в электрическом поле.
3. Движение электрона в магнитном поле.

4. Винтовое движение электрона в магнитном поле.
5. Уравнение Ричардсона-Дешмана.
6. Электровакуумные приборы и катодные материалы, применяемые в электронной технике.
7. Эффект Шоттки.
8. Ток в планарном диоде, ограниченный пространственным зарядом.
9. Триод.
10. Характеристики вакуумного диода с термоэлектронным катодом.
11. Уравнение фотоэффекта Эйнштейна.
12. Фотоэлектронная эмиссия.
13. Внешний фотоэффект.
14. Вакуумный и газонаполненный фотоэлементы.
15. Вторичная эмиссия.
16. Фотоэлектронный умножитель.
17. Квантовая теория фотоэффекта.
18. Искривление энергетических уровней на контакте металл-полупроводник.
19. Выпрямляющие действия перехода металл-полупроводник.
20. Биполярный транзистор.
21. Выходные и входные характеристики.
22. Режимы усиления постоянного тока.
23. Эквивалентные модели транзистора.
24. Конструкции полевых транзисторов.
25. Преимущества униполярных транзисторов по сравнению с биполярными.
26. Средняя длина свободного пробега молекул и электронов.
27. Вольт-амперная характеристика газового разряда.
28. Коэффициенты первичной и вторичной ионизации Таунсенда.
29. Вывод уравнения для плотности тока в разрядной трубке.
30. Ртутная плазма и ее электропроводность. Характеристики плазмы.

#### **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.