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 2017 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: 31.05.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 38934

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

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

Согласована на портале № 38934

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 процессов и явлений 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.

Последующими дисциплинами являются: Физическая электроника, Физические явления в твердотельных микро- и наноструктурах.

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

Согласована на портале № 38934

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 газона-	3	ПК-4

Согласована на портале № 38934

	полненный фотоэлементы. Вторичная эмиссия. Фотоэлектронный умножитель. Фотодиод. 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	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины					
1 Физическая электроника	+	+	+	+	+
2 Физические явления в твердотельных микро- и наноструктурах	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 38934

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	

Согласована на портале № 38934

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		

Согласована на портале № 38934

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: 16.07.2018).

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 электроники. (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-

Согласована на портале № 38934

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-

Согласована на портале № 38934

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;

Согласована на портале № 38934

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 нескомпенсированные 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…

Согласована на портале № 38934

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 p-n 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.

Согласована на портале № 38934

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.

Согласована на портале № 38934

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.

Согласована на портале № 38934

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.

Согласована на портале № 38934