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
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вакуумная и плазменная электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	52	52	часов
5	Самостоятельная работа	56	56	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 5 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 24298

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от « 20 » 4 2018 г.

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 наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. ЭП _____ А. И. Аксенов

Заведующий обеспечивающей каф.
ЭП _____ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.
ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

профессор тусур. кафедра
Электронные приборы _____ Л. Н. Орликов

доцент каф. ФЭ _____ И. А. Чистоедова

Согласована на портале № 24298

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования полученных знаний при эксплуатации элементов, приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники, а также проектирования электронных схем на их основе.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей дисциплины является формирование у студентов системы знаний в области физики работы вакуумных и плазменных приборов и устройств, способности строить простейшие физические и математические модели вакуумных и плазменных приборов, применять физико-математический аппарат для расчета и моделирования физических процессов, протекающих в них.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Вакуумная и плазменная электроника» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

– 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 наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-3 готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** – основы физики вакуума, плазмы и твердого тела; – принципы использования физических эффектов в вакууме и в плазме в приборах и устройствах вакуумной, плазменной электроники; – конструкции, параметры и характеристики и методы моделирования приборов , схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники.

– **уметь** – аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования; – применять методы расчета параметров и характеристик приборов вакуумной и плазменной электроники; – применять методы моделирования и проектирования приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники; – анализировать информацию о новых типах вакуумных и плазменных приборах.

– **владеть** – методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники; – современными программными средствами моделирования и проектирования приборов вакуумной и плазменной электроники; - основными приемами обработки и предоставления экспериментальных данных.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр

Согласована на портале № 24298

Аудиторные занятия (всего)	52	52
Лекции	20	20
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	56	56
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

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	Ле к., ч	ра к. за	б. ра б.,	м. ра б.,	в (б ез	уе м ые ко м
5 семестр						
1 Эмиссионная электроника	9	8	12	24	53	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
2 Электронный поток.	2	0	0	5	7	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
3 Управление электронными потоками	2	6	0	10	18	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
4 Основные свойства плазмы.	2	2	4	10	18	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
5 Методы измерений параметров плазмы.	1	0	0	2	3	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
6 Применение плазмы	2	0	0	1	3	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
7 Элементарные процессы в плазме	2	0	0	4	6	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
Итого за семестр	20	16	16	56	108	
Итого	20	16	16	56	108	

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	ое мк ос	м ые ко
5 семестр			
1 Эмиссионная электроника	Основы электронной теории твердого тела. Энергетические зоны в кристалле. Движение электронов в кристалле. Статистика электронов в твердом теле. Электропроводность металлов и полупроводников. Контактная разность	9	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3

Согласована на портале № 24298

	потенциалов. Поверхностный потенциальный барьер.		
	Итого	9	
2 Электронный поток.	Электронный поток, его формирование и транспортировка, интенсивные и неинтенсивные, релятивистские и нерелятивистские электронные потоки, способы формирования электронных потоков различной интенсивности (электронные пушки и прожекторы), транспортировка электронного потока и способы ограничения его поперечных размеров. Преобразование энергии электронного потока в другие виды энергии, способы, основанные на взаимодействии с внешними электромагнитными полями, энергетический эффект взаимодействия. Способы, основанные на взаимодействии с твердыми телами и структурами, эффекты взаимодействия (катодолюминесценция, катодоусиление, рентгеновское излучение, нагрев). Примеры использования в приборах вакуумной электроники.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Управление электронными потоками	Управление электронными потоками. Электрические и магнитные способы управления плотностью и скоростью электронов. Квазистатические и динамические способы управления. Примеры использования в приборах вакуумной электроники	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	2	
4 Основные свойства плазмы.	Типы газовых разрядов. Общие свойства плазмы. Радиус Дебая. Квазинейтральность плазмы. Классификация плазмы. Электропроводность плазмы. Явления переноса. Плазма в магнитном поле. Колебания. Неустойчивости и эмиссионные свойства плазмы	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	2	
5 Методы измерений параметров плазмы.	Излучения плазмы. Методы ускорения плазменных потоков. Диагностика параметров плазмы. Зондовый метод диагностики. Одиночный зонд. Двойной зонд. Эмиссионный зонд. Методы СВЧ и лазерной диагностики плазмы	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	1	
6 Применение плазмы	Применение плазмы в электронике. Плазменные источники ионов газов и металлов. Плазменные источники электрометаллов. Плазменные генераторы и ускорители	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	2	
7 Элементарные процессы в плазме	Ионизованный газ и плазма. Элементарные процессы в плазме и на пограничных	2	ОПК-1, ОПК-2,

Согласована на портале № 24298

	поверхностях. Основные методы генерации плазмы. Модели для описания свойств плазмы. Эффективные сечения взаимодействия. Кулоновские столкновения. Неупругие столкновения в плазме первого и второго рода. Перезарядка. Рекомбинация заряженных частиц. Движение заряженных частиц в плазме. Дрейфовое и направленное движение заряженных частиц.		ПК-1, ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

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
Предшествующие дисциплины								
1	Математика	+	+	+	+	+	+	+
2	Материалы электронной техники	+				+	+	
4	Физика	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1	Вакуумные и плазменные приборы и устройства	+	+	+	+	+	+	+
2	Основы технологии электронной компонентной базы	+	+	+	+		+	+

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.	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

Согласована на портале № 24298

ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

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, (часы)	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Эмиссионная электроника	Исследование термоэлектронной эмиссии. Исследование фотоэлектронной эмиссии. Исследование вторичной электронной эмиссии.	12	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	12	
4 Основные свойства плазмы.	Проверка закона подобия разрядов (закон Пашена)	4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	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, (часы)	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Эмиссионная электроника	Термоэлектронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия.	8	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	8	
3 Управление	Движение заряженных частиц в полях	6	ОПК-1,

Согласована на портале № 24298

электронными потоками	Итого	6	ОПК-2, ПК-1, ПК-3
4 Основные свойства плазмы.	Зондовая диагностика	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

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,	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Эмиссионная электроника	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	24		
2 Электронный поток.	Проработка лекционного материала	5	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	5		
3 Управление электронными потоками	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
4 Основные свойства плазмы.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
5 Методы измерений параметров плазмы.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	2		
6 Применение плазмы	Проработка лекционного	1	ОПК-1,	Конспект

Согласована на портале № 24298

	материала		ОПК-2, ПК-1, ПК-3	самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
7 Элементарные процессы в плазме	Проработка лекционного материала	4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Проверка контрольных работ, Тест
	Итого	4		
Итого за семестр		56		
Итого		56		

10. Курсовая работа (проект)

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
5 семестр				
Конспект самоподготовки	5	5	6	16
Контрольная работа	4	6	6	16
Опрос на занятиях	7	6	6	19
Отчет по лабораторной работе	6	6	7	19
Проверка контрольных работ	3	3	4	10
Собеседование	3	3	4	10
Тест	3	3	4	10
Итого максимум за период	31	32	37	100
Нарастающим итогом	31	63	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.

Согласована на портале № 24298

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)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	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. Аксенов, А. И. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Аксенов, Е. М. Окс, А. Ф. Злобина. — Томск: ТУСУР, 2018. — 165 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7236., дата обращения: 25.04.2018.

2. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие для вузов - СПб. : Лань, 2004. - 462 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Соболев В.Д. Физические основы электронной техники: Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 1979. – 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

2. Фридрихов С.А., Мовнин С.Н. Физические основы электронной техники: Учебник для ВУЗов .-М.: Высшая школа, 1982. – 608 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Вакуумные и плазменные приборы и устройства: Методические указания к лабораторным работам / Аксенов А. И. - 2018. 85 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7242, дата обращения: 25.04.2018.

2. Аксенов, А. И. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания к практическим занятиям [Электронный ресурс] / Аксенов А. И. — Томск: ТУСУР, 2018. — 61 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7240., дата обращения: 25.04.2018.

3. Аксенов, А. И. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания по самостоятельной работе [Электронный ресурс] / Аксенов А. И. — Томск: ТУСУР, 2018. — 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7239., дата обращения: 25.04.2018.

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.

Согласована на портале № 24298

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных журнала "Физика плазмы" на платформе elibrary.ru: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=8251.

2. Интернет ресурсы:

Ионизация - http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1422.html

Ионная эмиссия - http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1432.html

Ионные приборы - http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1439.html

Плазма - http://www.femto.com.ua/articles/part_2/2843.html

Поверхностная ионизация - http://www.femto.com.ua/articles/part_2/2900.html

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 иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Согласована на портале № 24298

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 313 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (16 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

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;
- 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

Согласована на портале № 24298

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

Что такое эффективность катода ?
Зависимость тока эмиссии от коэффициента лучеиспускания катода
Отношение тока эмиссии катода к мощности, затрачиваемой на его нагрев
Зависимость тока эмиссии от коэффициента лучеиспускания катода
Отношение тока накала катода к мощности, затрачиваемой на его нагрев

От чего зависит допустимая плотность катодного тока ?
Только от материала катода
Только от материала активирующего слоя
Состава газовой среды, в которой размещен катод
От материалов катода и активирующего слоя

Явление Эффект Шотки – что это ?
Зависимости тока эмиссии от эффективной работы выхода по экспоненциальному закону
Увеличение тока эмиссии за счет изменения направления скорости электрона в кристалле
Увеличение тока эмиссии при наложении внешнего электрического поля
Уменьшение тока эмиссии при наложении внешнего электрического поля

Назовите основную характеристику катода
Зависимость тока эмиссии от температуры катода
Зависимость эффективной работы выхода от материала катода
Зависимость тока эмиссии от способа нагрева катода
Зависимость тока эмиссии от размеров катода

Для каких катодов применяется параметр допустимая плотность катодного тока ?
Только для неактивированных катодов
Только для активированных катодов
Только для гексобаридных катодов
Для всех типов катодов

Назовите основное достоинство лантан-боридного катода
Устойчивость к травлению
Высокая рабочая температура
Эффект взаимодействия борида лантана в накаленном состоянии с материалом держателя
Малая эффективность катода при работе в импульсном режиме

Какому закону подчиняется распределение электронов по скоростям
Закону Больцмана
Закону Эйнштейна
Закону Столетова
Закону Максвелла

Назовите основное достоинство вольфрамового катода
Высокая рабочая температура
В нагретом состоянии не боится прорыва атмосферы
Большое значение эффективной работы выхода

Согласована на портале № 24298

Постоянство эмиссионных свойств

Назовите наиболее распространенный тип полупроводникового катода.
Борид лантановый катод
Торрированный катод
Карбидированный катод
Оксидный катод

Какими скоростями обладают электроны в релятивистских потоках?
Близких к второй космической скорости
Близких к скорости света
Близких к первой космической скорости
Близких к скорости звука

Что такое рабочая температура катода.
Температура держателей катода
Температура, при которой не возникает эффект Шотки
Температура, при которой возникает эффект Шотки
Температура, при которой достигается заданная плотность тока эмиссии

Укажите основной недостаток танталового катода
Высокая рабочая температура
Малые плотности катодного тока
Трудность изготовления катодов сложной формы
Рекристаллизация

Что такое вторичная электрон-электронная эмиссия?
Эмиссия электронов из твердого тела под воздействием потока фотонов.
Эмиссия электронов из твердого тела под воздействием потока ускоренных ионов.
Эмиссия электронов из твердого тела за счет взаимодействия электронов, находящихся внутри кристалла
Эмиссия электронов из твердого тела под воздействием потока ускоренных электронов

Как влияет внешнее электрическое поле на ток термоэмиссии ?
Уменьшает
Затрудняет эмиссию электронов
Не влияет
Увеличивает

Что такое долговечность катода ?
Время, в течение которого катод не разрушается
Время, в течение которого параметры катода сохраняют величину не менее 50 % нормального значения
Время разогрева катода
Время, в течение которого параметры катода сохраняют величину не менее 80 % нормального значения.

Укажите уравнение термоэлектронной эмиссии.

$$j_e = A \cdot T^2 \cdot \exp(\frac{e \cdot \varphi_0}{kT})$$

$$j_e = P \cdot U^{3/2}$$

$$j_e = T^2 \cdot \exp(-\frac{e \cdot \varphi_0}{kT})$$

Согласована на портале № 24298

$$j_e = A \cdot T^2 \cdot \exp(-\frac{e \cdot \varphi_0}{kT})$$

Укажите закон Эйнштейна.

$$E = A + h \cdot \nu$$

$$E = A - h \cdot \nu$$

$$E = \frac{m \cdot V^2}{2}$$

$$h \cdot \nu - A = \frac{m \cdot V^2}{2}$$

Укажите закон Столетова.

$$I_\phi = K \cdot U_a^{3/2}$$

$$E = A - h \cdot \nu$$

$$I_\phi = K \cdot \Phi_\lambda$$

$$I_\phi = K \cdot \Phi$$

В чем основное отличие пленочных катодов от полупроводниковых ?
В способе нагрева;
В эффективности катода;
Значениях рабочей температуры;
В толщине наносимого слоя.

Какой эффект лежит в основе электростатической эмиссии?
Эффект Столетова;
Эффект Эйнштейна;
Эффект Максвелла;
Эффект Шотки.

14.1.2. Темы контрольных работ

Газовый разряд
Эмиссия заряженных частиц из твердого тела
Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях

14.1.3. Вопросы на собеседование

Использование электронных потоков в приборах вакуумной электроники
Управление электронными потоками
Основные методы генерации плазмы
Типы газовых разрядов, явления переноса

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Основы электронной теории твердого тела. Энергетические зоны в кристалле. Движение электронов в кристалле. Статистика электронов в твердом теле. Электропроводность металлов и полупроводников. Контактная разность потенциалов. Поверхностный потенциальный барьер.

Электронный поток, его формирование и транспортировка, интенсивные и неинтенсивные, релятивистские и нерелятивистские электронные потоки, способы формирования электронных потоков различной интенсивности (электронные пушки и прожекторы), транспортировка электронного потока и способы ограничения его поперечных размеров.

Преобразование энергии электронного потока в другие виды энергии, способы, основанные на взаимодействии с внешними электромагнитными полями, энергетический эффект взаимодействия. Способы, основанные на взаимодействии с твердыми телами и структурами, эффекты взаимодействия (катодолюминесценция, катодоусиление, рентгеновское излучение,

Согласована на портале № 24298

нагрев). Примеры использования в приборах вакуумной электроники.

Управление электронными потоками. Электрические и магнитные способы управления плотностью и скоростью электронов. Квазистатические и динамические способы управления. Примеры использования в приборах вакуумной электроники

Типы газовых разрядов. Общие свойства плазмы. Радиус Дебая. Квазинейтральность плазмы. Классификация плазмы. Электропроводность плазмы. Явления переноса. Плазма в магнитном поле. Колебания. Неустойчивости и эмиссионные свойства плазмы

Излучения плазмы. Методы ускорения плазменных потоков. Диагностика параметров плазмы. Зондовый метод диагностики. Одиночный зонд. Двойной зонд. Эмиссионный зонд. Методы СВЧ и лазерной диагностики плазмы

Применение плазмы в электронике. Плазменные источники ионов газов и металлов. Плазменные источники электрометаллов. Плазменные генераторы и ускорители

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Фотоэлектронная эмиссия

Термоэлектронная эмиссия

Контактная разность потенциалов.

Параметры плазмы.

Назовите основные типы газовых разрядов.

Приведите основные конструкции зондов.

14.1.6. Темы контрольных работ

Эмиссия заряженных частиц из твердого тела

Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях

14.1.7. Темы лабораторных работ

Исследование термоэлектронной эмиссии. Исследование фотоэлектронной эмиссии. Исследование вторичной электронной эмиссии.

Проверка закона подобия разрядов (закон Пашена)

14.1.8. Зачёт

.Электронная эмиссия:

Основы электронной теории твердого тела

Термоэлектронная, автоэлектронная, взрывная, вторично- -электронная, фотоэлектронная эмиссия

Формирование и транспортировка электронных потоков

Примеры использования электронных пушек и прожекторов в приборах вакуумной электроники;

Электрические и магнитные способы управления плотностью и скоростью электронов;

Преобразование энергии электронного потока в другие виды энергии

Эффекты взаимодействия (катодолюминисценция, катодоусиление, рентгеновское излучение, нагрев);

Ионизованный газ и плазма. Основные методы генерации плазмы. Типы газовых разрядов

Эмиссионные свойства плазмы. Диагностика параметров плазмы. Применение плазмы в электронике.

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.

Согласована на портале № 24298

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 № 24298