МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВАКУУМНАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Проектирование и технология микросистем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **физической электроники (ФЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	56	56	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 84046

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. 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

1. Формирование у студентов системы знаний в области физики работы вакуумных и плазменных приборов и устройств.
2. Создавать простейшие физические и математические модели вакуумных и плазменных приборов.
3. Применять физико-математический аппарат для расчета и моделирования физических процессов, протекающих в них.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills - SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.04.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-3.1. Знает методы и средства измерения	Знает основные методы и средства измерения
	ОПК-3.2. Умеет выбирать эффективную методику измерения	Умеет выбирать и использовать различные методики измерений
	ОПК-3.3. Владеет практическими навыкам проведения экспериментальных исследований, обработки представления полученных результатов измерений	Владеет навыками проведения экспериментальных исследований и методиками обработки полученных результатов
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 84046

ПК-2. Готов проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	ПК-2.1. Знает методы синтеза наноматериалов и компонентов	Знает базовые методики исследования параметров и характеристик устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
	ПК-2.2. Умеет выбрать и применить метод анализа материалов и компонентов микро- и наносистемной техники	Умеет определять основные параметры приборов и устройств электронной компонентной базы
	ПК-2.3. Владеет основными методиками постановки и проведения экспериментальных исследований	Владеет методиками экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и установок электроники и наноэлектроники

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Подготовка к зачету	17	17
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	6	6
Подготовка к контрольной работе	4	4
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	5	5
Выполнение практического задания	9	9
Подготовка к тестированию	7	7
Подготовка к устному опросу / собеседованию	8	8
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						

Согласована на портале № 84046

1 Эмиссионная электроника	4	6	4	16	30	ОПК-3, ПК-2
2 Электронный поток	5	6	-	13	24	ОПК-3, ПК-2
3 Управление электронными потоками	5	6	8	13	32	ОПК-3, ПК-2
4 Элементарные процессы в плазме	4	-	4	14	22	ОПК-3, ПК-2
Итого за семестр	18	18	16	56	108	
Итого	18	18	16	56	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
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 потенциалов. Поверхностный потенциальный барьер.	4	ОПК-3, ПК-2
	Итого	4	
2 Электронный поток	Электронный поток, его формирование и транспортировка, интенсивные и неинтенсивные 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 (катодолюминесценция, катодоусиление, рентгеновское излучение, нагрев и т.д.).	5	ОПК-3, ПК-2
	Итого	5	
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	5	ОПК-3, ПК-2
	Итого	5	

Согласована на портале № 84046

4 Элементарные процессы в плазме	Ионизованный газ и плазма. Элементарные процессы в плазме и на пограничных 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. Примеры использования в приборах плазменной электроники.	4	ОПК-3, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Эмиссионная электроника	Термоэлектронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия.	6	ОПК-3, ПК-2
	Итого	6	
2 Электронный поток	Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях	6	ОПК-3, ПК-2
	Итого	6	
3 Управление электронными потоками	Отклоняющие и фокусирующие системы, токопрохождение в электронно и ионно -лучевых приборах.	6	ОПК-3, ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Эмиссионная электроника	Исследование термоэлектронной эмиссии	4	ПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 84046

3 Управление электронными потоками	Исследование электронно-лучевых трубок с электростатическим и магнитным управлением. Исследование фотоэлектронных приборов.	8	ПК-2
	Итого	8	
4 Элементарные процессы в плазме	Исследование газоразрядной индикаторной панели постоянного тока	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Эмиссионная электроника	Подготовка к зачету	4	ПК-2	Зачёт
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3, ПК-2	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2	Лабораторная работа
	Выполнение практического задания	4	ОПК-3, ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-3, ПК-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	16		
2 Электронный поток	Подготовка к зачету	4	ОПК-3, ПК-2	Зачёт
	Выполнение практического задания	3	ОПК-3, ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	3	ОПК-3, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	3	ОПК-3, ПК-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	13		

Согласована на портале № 84046

3 Управление электронными потоками	Подготовка к зачету	3	ПК-2	Зачёт
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3, ПК-2	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПК-2	Лабораторная работа
	Выполнение практического задания	2	ОПК-3, ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ОПК-3, ПК-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	13		
4 Элементарные процессы в плазме	Подготовка к зачету	6	ПК-2	Зачёт
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ОПК-3, ПК-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	14		
Итого за семестр		56		
Итого		56		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Устный опрос / собеседование
ПК-2	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Устный опрос / собеседование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Согласована на портале № 84046

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Зачёт	6	6	7	19
Защита отчета по лабораторной работе	5	6	6	17
Контрольная работа	4	5	6	15
Устный опрос / собеседование	3	3	5	11
Лабораторная работа	3	3	5	11
Практическое задание	3	4	6	13
Тестирование	4	4	6	14
Итого максимум за период	28	31	41	100
Нарастающим итогом	28	59	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

Согласована на портале № 84046

1. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие / А. И. Аксенов, Е. М. Окс, А. Ф. Злобина - 2018. 165 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7236.
2. Голант, В. Е. Основы физики плазмы : учебное пособие / В. Е. Голант, А. П. Жилинский, И. Е. Сахаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/167879.

7.2. Дополнительная литература

1. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие для вузов - СПб. : Лань, 2004. - 462 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.).
2. Соболев В.Д. Физические основы электронной техники: Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 1979. – 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.).
3. 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.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания к практическим занятиям / А. И. Аксенов - 2018. 39 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7237.
2. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания к лабораторным работам / А. И. Аксенов - 2018. 82 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7238.
3. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания по самостоятельной работе / А. И. Аксенов - 2018. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7239.
4. Исследование термоэлектронной эмиссии: Методические указания по лабораторной работе / А. И. Аксенов, А. Шмидт - 2024. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11036.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным

Согласована на портале № 84046

количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для 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, 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.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 84046

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

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

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

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Эмиссионная электроника	ОПК-3, ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Электронный поток	ОПК-3, ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 84046

3 Управление электронными потоками	ОПК-3, ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Элементарные процессы в плазме	ОПК-3, ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 84046

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какая основная характеристика термокатода ?
   а) Зависимость тока эмиссии от температуры катода.
   б) Зависимость тока эмиссии от способа нагрева катода.
   в) Зависимость тока эмиссии от размеров катода.
2. Для каких катодов применяется параметр допустимая плотность катодного тока ?
   а) Только для неактивированных катодов.
   б) Только для активированных катодов.
   в) Для всех типов катодов.
3. Какой эффект лежит в основе электростатической эмиссии?
   а) Эффект Столетова.
   б) Эффект Эйнштейна.
   в) Эффект Шотки.
4. Что такое вторичная электрон-электронная эмиссия?
   а) Эмиссия электронов из твердого тела под воздействием потока фотонов.
   б) Эмиссия электронов из твердого тела под воздействием потока ускоренных ионов.

Согласована на портале № 84046

в) Эмиссия электронов из твердого тела под воздействием потока ускоренных электронов.

5. Явление Эффект Шотки – что это ?
   а) Увеличение тока эмиссии за счет изменения направления скорости электрона в кристалле.
   б) Увеличение тока эмиссии при наложении внешнего электрического поля.
   в) Уменьшение тока эмиссии при наложении внешнего электрического поля.
6. По какому закону изменяется ток электронной пушки при изменении ускоряющего напряжения, в режиме ограничения тока пространственным зарядом?
   а) По закону степени «3/2»
   б) По закону степени «1/2»
   в) По закону степени «7/2»
7. На какой электрод осциллографической трубки подается исследуемый сигнал ?
   а) На модулятор.
   б) Ускоряющий электрод.
   в) На пластины горизонтального отклонения.
   г) На пластины вертикального отклонения.
8. Какой из указанных приборов позволяет дважды производить преобразование изображения ?
   а) Суперортикон.
   б) Видикон.
   в) Диссектор.
   г) Электронно-оптический преобразователь.
9. Какой тип разряда используется в газоразрядных индикаторных панелях постоянного тока ?
   а) Темновой.
   б) Дуговой.
   в) Аномальный тлеющий.
   г) Нормальный тлеющий.
10. В каком из указанных приборах происходит мгновенное преобразование видимого изображения в электрический сигнал ?
    а) Иконоскоп.
    б) Суперортикон.
    в) Видикон.
    г) Диссектор

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Эмиссия заряженных частиц с поверхности твердого тела.
2. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях.
3. Устройство и принцип действия микроканальных пластин.
4. Устройство и принцип действия ФЭУ на распределенном диноде.
5. Электронно-оптический преобразователь.
6. Осциллографическая трубка.
7. Суперортикон.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Назовите основные элементы осциллографической трубки.
2. Назовите состав электронного прожектора.
3. Какие сигналы подаются на электроды отклоняющей системы?
4. Что такое модуляционная характеристика прожектора?
5. Конструкция и принцип действия газоразрядной индикаторной панели постоянного тока.
6. Конструкция и принцип действия однокакадного фотоэлектронного умножителя.
7. Напишите основное уравнение термоэлектронной эмиссии.

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Определить чувствительность магнитной катушки к отклонению, если амплитуда сигнала

Согласована на портале № 84046

на экране 50 мм, число витков n=500, IK=0,1А. Как изменится чувствительность, если частоту сигналу увеличить в 5 раз?

В ЭЛТ видим на экране точку в центре, как запитаны электроды? Сигнал - синусоида с Т=10 мс. Как надо запитать электроды, чтобы на экране увидеть 5 периодов синусоиды? Какой должна быть частота развертки?

2. Определить напряженность электрического поля, в котором электрон набирает скорость=4800 км/с на расстоянии d -0,4 м (начальная скорость электрона =0).

   В ЭЛТ определить напряжение на втором аноде и энергию электронов в его плоскости (в эВ), если чувствительность к отклонению =8 мм/В, длина пластин=18 мм, L=200 мм, d=7 мм. Определить предельную частоту сигнала.
3. Начальная скорость электрона =15000 км/с. До какого потенциала должен зарядиться экран, чтобы скорость электрона в момент удара об экран равнялась нулю. Напишите условие получения такого потенциала на экране.

   В ЭЛТ в центре экрана видна точка. После подачи сигналов на отклоняющие пластины точка сместилась и по Х и по У. Она оказалась на расстоянии 10 см. от центра, угол наклона прямой, соединяющей точку с осью 30° к горизонтальной оси. Величина сигнала 50В, на обе пары пластин. Какой формы сигналы поданы, какова чувствительность к отклонению обеих пар пластин?
4. Вольфрамовый термокатод имеет температуру 2700 К, эффективную работу выхода 3,5эВ. Определить плотность тока термоэмиссии (А/м2), если D=0,95.

   Какой станет плотность тока термоэмиссии (смотри первую задачу), если между катодом и анодом проложили напряжение Ua=1кВ, расстояние между электродами 1см.
5. Какой станет плотность тока термоэмиссии (смотри первую задачу), если напряженность электрического поля станет равной нулю?

   Монохроматический пучок света обеспечивает с фотокатода ток фотоэмиссии 1мкА, при этом К=1мкА/Лм. Чему равен световой поток, как изменится энергия электрона, если число фотонов в потоке уменьшить в 2 раза?
6. Определить величину тока термоэмиссии с фотокатода площадью 20 квадратных сантиметров, если эффективная работа выхода равна 0,5эВ, а Т=23 градуса Цельсия.

   Как изменится эффективная работа выхода кристалла катода, если между катодом и анодом приложено U=80кВ, dак=0,2см?

   Электронный поток облучает электрод при этом коэффициент вторичной эмиссии равен 2, а ток во внешней цепи электрода 1МА. Как изменится этот ток, если коэффицмент вторичной эмиссии увеличить до 4?

9.1.5. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. Использование электронных потоков в приборах вакуумной электроники.
2. Управление электронными потоками.
3. Основные методы генерации плазмы .
4. Термоэлектронная, автоэлектронная, взрывная, вторично- -электронная, фотоэлектронная эмиссия.
5. Ионизованный газ и плазма. Основные методы генерации плазмы. Типы газовых разрядов.

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Исследование термоэлектронной эмиссии
2. Исследование электронно-лучевых трубок с электростатическим и магнитным управлением. Исследование фотоэлектронных приборов.
3. Исследование газоразрядной индикаторной панели постоянного тока

9.1.7. Темы практических заданий

1. Термоэлектронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия.
2. Вторичная электронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия.
3. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях.
4. Отклоняющие и фокусирующие системы.
5. Токопрохождение в электронно и ионно -лучевых приборах.

Согласована на портале № 84046

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается

Согласована на портале № 84046

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 № 84046

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол №09-25 от «23» 9 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ФЭ	Ю.В. Сахаров	Согласовано, dd1f7cbe-1ce6-48e6-b40d-074633a5bd8a
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ФЭ	И.А. Чистоедова	Согласовано, 2114f42c-7cf2-4826-9f35-9a75ea4961b2
Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Разработано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961

Согласована на портале № 84046