МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«28» _____09_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2022 года (индивидуальный учебный план, гр. 352-М-инд)

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	10	10	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	4	4	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	4	4	часов
Самостоятельная работа	64	64	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 28.09.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 68581

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью освоения дисциплины "Плазменная электроника" является приобретение знаний в области вакуумной и плазменной электроники, включая вопросы электрической изоляции и разряда в вакууме, эмиссионной электроники, физики газового разряда и низкотемпературной плазмы, изучение базовых свойств плазмы как одного из видов агрегатного состояния вещества с дальнодействующим кулоновским взаимодействием между заряженными компонентами плазмы.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование представления о плазме в природе и лаборатории, как об отдельном агрегатном состоянии, изложение базовых понятий о плазме, таких как плазменная частота, экранировка зарядов, влияние слабых кулоновских воздействий на процессы переноса в плазме.
2. Изучение влияния на плазму постоянных и импульсных электрических и магнитных полей.
3. Рассмотрение возникновения волн и неустойчивостей в плазме; Рассмотрение примеров низкотемпературной плазмы в газовых разрядах разных типов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.02.01.
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		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 68581

ПКР-5. Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	ПКР-5.1. Знает современные технологические процессы производства изделий микро- и наноэлектроники.	Знает основные особенности технологических процессов производства изделий микро- и наноэлектроники
	ПКР-5.2. Умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства изделий микроэлектроники.	Умеет на основе анализа выбирать нужные материалы и технологии для производства изделий микроэлектроники.
	ПКР-5.3. Владеет навыками проектирования технологических процессов производства изделий микро- и наноэлектроники.	Владеет основными навыками проектирования процессов производства изделий микроэлектроники.
ПКР-10. Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПКР-10.1. Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и наноэлектроники.	Знает основы устройства и работы изделий микроэлектроники.
	ПКР-10.2. Умеет рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники.	Умеет рассчитывать основные предельные режимы для изделий микро- и наноэлектроники.
	ПКР-10.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники.	Владеет навыками исследований параметров и конструкций изделий микроэлектроники.
ПКР-13. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПКР-13.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований.	Знает основы экспериментального исследования.
	ПКР-13.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования.	Умеет проводить поставленные экспериментальные исследования.
	ПКР-13.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.	Владеет навыками использования современных средств и методов при проведении экспериментального исследования.

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

Согласована на портале № 68581

и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 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
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	44	44
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	10	10
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	64	64
Подготовка к коллоквиуму	18	18
Подготовка к тестированию	30	30
Подготовка к контрольной работе	10	10
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	2
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	2
Написание отчета по лабораторной работе	2	2
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

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
2 семестр						
1 Введение в физику плазмы	6	2	-	20	28	ПКР-10, ПКР-13, ПКР-5
2 Элементарные процессы в плазме	8	6	16	26	56	ПКР-10, ПКР-13, ПКР-5
3 Диагностика плазмы	4	2	-	18	24	ПКР-10, ПКР-13, ПКР-5
Итого за семестр	18	10	16	64	108	
Итого	18	10	16	64	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
2 семестр			

Согласована на портале № 68581

1 Введение в физику плазмы	Понятие плазмы. Плазма в природе и лаборатории. Плазменная частота. Экранировка зарядов и дебаевская длина экранирования (Теория Дебая-Хюккеля). Идеальность плазмы, критерии не идеальности. Диаграмма состояний плазмы в различных условиях. Классификация плазмы: высоко- и низко-температурная, изотермическая, разрядная и т.д. Примеры плазмы. Генераторы плазмы.	6	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	6	
2 Элементарные процессы в плазме	Понятие сечения. Упругие столкновения частиц, частота упругих соударений и транспортная частота. Неупругие столкновения. Возбуждение, метастабильные частицы. Диссоциация. Резонансная перезарядка. Ионизация электронным ударом.	8	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	8	
3 Диагностика плазмы	Методы определения концентрации электронов и ионов в плазме по уширению спектральных линий.	4	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	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
2 семестр			
1 Введение в физику плазмы	Экранировка зарядов и дебаевская длина экранирования (Теория Дебая-Хюккеля).	2	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	2	
2 Элементарные процессы в плазме	Определение структуры плазмы по самообращенным линиям.	2	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	Классификация плазмы. Изотермическая (равновесная) плазма. Уравнение Саха.	2	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	Расходимость статистических сумм атома, методы ограничения статистических сумм в плазме. Снижение потенциала ионизации.	2	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	6	

Согласована на портале № 68581

3 Диагностика плазмы	Зондовый метод диагностики плазмы. Методы определения концентрации электронов и ионов в плазме по уширению спектральных линий.	2	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	2	
Итого за семестр		10	
Итого		10	

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
2 семестр			
2 Элементарные процессы в плазме	Определение удельного заряда электрона методом магнетрона	4	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	Изучение спектра излучения атомов водорода	4	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	Изучение электростатического поля	4	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	Изучение магнитного поля на оси кругового витка	4	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	16	
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
2 семестр				
1 Введение в физику плазмы	Подготовка к коллоквиуму	6	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Коллоквиум
	Подготовка к тестированию	10	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Контрольная работа
	Итого	20		

Согласована на портале № 68581

2 Элементарные процессы в плазме	Подготовка к коллоквиуму	6	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Коллоквиум
	Подготовка к тестированию	10	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Контрольная работа
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Отчет по лабораторной работе
	Итого	26		
3 Диагностика плазмы	Подготовка к коллоквиуму	6	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Коллоквиум
	Подготовка к тестированию	10	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ПКР-5, ПКР-10, ПКР-13	Контрольная работа
	Итого	18		
Итого за семестр		64		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		100		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности 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.	
ПКР-5	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Коллоквиум, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен
ПКР-10	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Коллоквиум, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен
ПКР-13	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Коллоквиум, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен

Согласована на портале № 68581

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

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
2 семестр				
Защита отчета по лабораторной работе	2	3	5	10
Коллоквиум	5	5	5	15
Контрольная работа	2	3	5	10
Лабораторная работа	2	3	5	10
Тестирование	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	2	3	5	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	18	22	30	100
Нарастающим итогом	18	40	70	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 № 68581

1. 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, 2022. — 448 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210629.

7.2. Дополнительная литература

1. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие / А. С. Климов, А. А. Зенин, Е. М. Окс, А. В. Казаков - 2020. 203 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9520.

2. Физические основы вакуумной и плазменной электроники: Учебно-методическое пособие / Ю. Г. Юшков, Ю. А. Бурачевский, А. С. Климов, А. В. Медовник, Е. М. Окс - 2019. 188 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9025.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона (магнетрон): Руководство к лабораторной работе по физике / Ю. А. Бурачевский - 2019. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8969.

2. Исследование спектра атома водорода: Руководство к лабораторной работе по физике / А. С. Климов, Н. П. Кондратьева - 2019. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8965.

3. Электричество и магнетизм: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе / Ю. А. Бурачевский - 2018. 137 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7729.

4. Изучение магнитного поля кругового тока: Методические указания к лабораторной работе по физике / А. С. Климов, А. А. Зенин - 2020. 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9262.

5. Изучение электростатического поля: Методические указания к лабораторной работе по физике / А. С. Климов, А. А. Зенин - 2020. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9266.

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

1. 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 № 68581

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 аудитория: 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, 125 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Интерактивная панель;
- Камера;
- Микрофон;
- Тумба для докладчика;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2013;
- OBS Studio;
- VLC media player;
- Windows 10;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория волновой оптики: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 210 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Монохроматор - 9 шт.;
- Источник света спектра ртути - 6 шт.;
- Источник света спектра водорода - 8 шт.;
- Лабораторный макет "Поляризация света" - 6 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Лаборатория электричества и магнетизма: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 219 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторный макет "Электричество и магнетизм" - 12 шт.;
- Учебно-лабораторный стенд по электродинамике - 3 шт.;
- Контроллер измерений - 12 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- ASIMEC;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Расчет погрешностей физических измерений;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Согласована на портале № 68581

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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 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

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)

Согласована на портале № 68581

1 Введение в физику плазмы	ПКР-10, ПКР-13, ПКР-5	Коллоквиум	Примерный перечень вопросов для коллоквиума
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Элементарные процессы в плазме	ПКР-10, ПКР-13, ПКР-5	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Коллоквиум	Примерный перечень вопросов для коллоквиума
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
3 Диагностика плазмы	ПКР-10, ПКР-13, ПКР-5	Коллоквиум	Примерный перечень вопросов для коллоквиума
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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

Согласована на портале № 68581

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
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. Длина свободного пробега электронов по сравнению с ионами в условиях среднего вакуума
   а)больше
   б)меньше
   в)одинакова
   г)ровна
2. При движении в электрическом поле в условиях высокого вакуума
   а) энергия электронов больше, чем ионов
   б)энергия ионов больше, чем электронов

Согласована на портале № 68581

в)энергия электронов равна энергии ионов
г)нет правильного ответа

3. При увеличении напряжения накала катода величина тока термоэлектронной эмиссии
а)увеличится
б)уменьшится
в)не изменится
г)нет правильного ответа
4. Автоэлектронная эмиссия – это испускание твердым телом электронов под действием
а)падающих на поверхность электронов
б)высокой температуры твердого тела
в)электрического поля
г)всего вышеперечисленного
5. При каком механизме эмиссии не повышается энергия электронов в твердом теле
а)термоэлектронная
б)автоэлектронная
в)фотоэлектронная
г)нет правильного ответа
6. В линзу-диафрагму поступает пучок электронов из области, где напряженность электрического поля выше ,чем за плоскостью диафрагмы. Такая линза
а)всегда собирающая
б)всегда рассеивающая
в)в зависимости от потенциала диафрагмы может быть собирающей или рассеивающей
г)нет правильного ответа
7. Одиночная электростатическая линза
а)увеличивает энергию пучка электронов при его фокусировке
б)не изменяет энергию пучка электронов при его фокусировке
в)уменьшает энергию пучка электронов, делая его расходящимся
г)уменьшает энергию пучка электронов, делая его сходящимся
8. Масс-спектрометры имеют большой линейный размер для того, чтобы увеличить
а)порог чувствительности
б)разрешающую способность
в)количество столкновений за время пролета
г)все вышеперечисленное
9. Эффективность ионизации нейтральных атомов ионным пучком по сравнению с электронным
а)выше
б)ниже
в)одинакова
г)нет правильного ответа
10. К неупругим столкновениям второго рода относится
а)рекомбинация
б)диссоциация
в)возбуждение вращательных уровней
г)десорбция

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Энергетическая диаграмма на границе твердое тело – вакуум. Уровень Ферми и работа выхода электронов из металла, собственного полупроводника, донорного полупроводника, акцепторного полупроводника.
2. Термоэлектронная эмиссия в вакуум из металлов. Формула Ричардсона-Дэшмана.
3. Ток насыщения термокатода. Вольтамперные характеристики вакуумного термоэмиссионного диода.
4. Вторичная электрон–электронная эмиссия (ВЭЭ). Схема экспериментальной установки для исследования ВЭЭ. Функция распределения электронов по энергиям. Истинно вторичные, рассеянные (неупруго отраженные) и упруго отраженные электроны. Характеристические потери упруго отраженных электронов и электроны, эмитированные

Согласована на портале № 68581

по механизму Оже.
5. Эмиссия электронов и ионов из плазмы.
6. Вакуумный пробой. Критерий начала пробоя. Катодные и анодные механизмы инициирования пробоя, условия их реализации.
7. Зависимость времени запаздывания пробоя от плотности тока в эмиссионном центре и от напряженности электрического поля на катоде при катодном механизме инициирования пробоя.
8. Виды процессов рекомбинации электрона и иона.
9. Коэффициент ударной ионизации и его зависимость от напряженности поля и давления газа.
10. Условие развития самостоятельного разряда. Закон Пашена для пробивных напряжений.
11. Вольтамперная характеристика разряда в газе в общем виде и место различных видов разрядов на вольтамперной характеристике.
12. Импульсный пробой в газе. Время запаздывания при импульсном пробое.
13. Определение дебаевского радиуса, плазменной частоты, плазменного параметра, условий существования плазмы.
14. Виды плазмы, физические принципы классификации
15. Упругие столкновения в плазме (транспортное сечение), время установления равновесных состояний.
16. Процессы переноса в плазме. Проводимость, теплопроводность, диффузия амбиполярная, диффузия Бомовская.
17. Излучение в плазме. Тормозное излучение, рекомбинационное излучение, линейчатое излучение.
18. Физические модели плазмы. Проводящая сплошная среда.
19. Особенности применения конечно-разностных методов к решению задач физики плазмы.
20. Эффект убегающих электронов в плазме при наличии электрического поля.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для коллоквиума

1. Фундаментальные свойства плазмы: квазинейтральность, дебаевский радиус, плазменное экранирование, плазменные колебания.
2. Функция распределения (ФР), средняя энергия и другие моменты ФР.
3. Сечение столкновений частиц, частота, длина пробега.
4. Кинетическое и гидродинамическое описание плазмы.
5. Способы задания начального состояния в методе частиц.
6. Численные схемы интегрирования уравнений движения: Эйлера и с перешагиванием (Leapfrog), сравнение.
7. Методы численного расчета электростатического поля, сравнение/

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Промоделируйте методом крупных частиц движение 10^6 позитронов с начальной температурой T=100 K в магнитной ловушке с размерами lx=0.01 м и ly=0.01 м. В начальный момент частицы расположены в области , где c=0.005 м (координаты центра), a=0.07, b=0.05. Начальные скорости частиц задайте случайными. Выведите распределение частиц по области в начальный момент и в последующие, а также зависимость средней энергии частиц от времени. Расчеты проведите для максвелловского и для моноэнергетического распределения.
2. В электронно-лучевой трубке отклоняющие пластины имеют размеры: d=5 мм; l=10 мм; расстояние от пластин до экрана L=30 см; напряжение, ускорившее пучок электронов U=3 кВ. Какой величины сигнал подан на пластины, если луч отклонился на 2 см на экране?
3. Какая напряженность магнитного поля должна быть в зазоре между полюсами постоянного магнита для того, чтобы электрон, влетевший в зазор, не покинул его? Энергия электрона е W =5 эВ, диаметр полюсов d =2 см, ширина зазора h = 3 мм.
4. Определить ларморовский радиус электрона с энергией W=0,1 эВ в магнитном поле, напряженностью H=500А/м.
5. Определить плотность термоэмиссионного тока с катода, если эффективная работа

Согласована на портале № 68581

выхода je = 4,3 эВ, температура катода T = 2000°C.

9.1.5. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Напишите формулу Бальмера из полуклассических соображений?
2. Сформулируйте постулаты Бора?
3. Какие из постулатов Бора подтвердили опыты Франка и Герца.
4. Какими квантовыми числами характеризуются состояния электронов в атоме?
5. Какие значения могут принимать квантовые числа?
6. Какие правила отбора существуют для квантовых чисел?

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона
2. Изучение спектра излучения атомов водорода
3. Изучение электростатического поля
4. Изучение магнитного поля на оси кругового витка

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

Согласована на портале № 68581

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 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 № 68581

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
протокол № 98 от «30» 8 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. Физики	Е.М. Окс	Согласовано, 99053dca-2aae-4b14-9bb4-8377fd62b902
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. физики	А.С. Климов	Согласовано, 3ad9472f-31be-4051-a091-9e227bbc551b

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. физики	Ю.Г. Юшков	Разработано, c6791e79-8c30-4e12-8044-1212c15c6574

Согласована на портале № 68581