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 учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	52	52	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	20	20	часов
Самостоятельная работа	38	38	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	162	162	часов
	5	5	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: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 62919

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Ознакомление студентов с основными законами физики плазмы, об основных процессах плазменных источников электронов и ионов, об основных типах газовых разрядов, используемых в плазменных источника и областях применения плазменных технологий.

1.2. Задачи дисциплины

1. Освоение базовых законов и процессов плазменных технологий.
2. Приобретение навыков анализа и расчета основных параметров устройств плазменной электроники, давать рекомендации по совершенствованию плазменных устройств и систем.
3. Основение навыков исследования плазменных устройств, теоретического анализа методов формирования пучков заряженных частиц, компьютерного моделирования в сфере физики плазмы и плазменных технологий.

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.01.01.04.
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		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПКР-7. Способен разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	ПКР-7.1. Знает методы отработки и внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники.	Знает методы отработки и внедрения технологических процессов и оборудования плазменной электроники, предназначенного для производства изделий микроэлектроники
	ПКР-7.2. Умеет разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.	Умеет разрабатывать технологическую документацию на приборы и системы плазменной электроники
	ПКР-7.3. Владеет навыками организации проведения работ по подготовке производства.	Владеет навыками организации проведения работ по подготовке производства с использованием плазменных технологий

Согласована на портале № 62919

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 принципы построения и функционирования плазменных технологий
	ПКР-10.2. Умеет рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники.	Умеет рассчитывать предельно допустимые режимы работы плазменных устройств
	ПКР-10.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники.	Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования устройств плазменной электроники
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 способы организации и проведения экспериментальных исследований в отрасли плазменных технологий
	ПКР-13.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования.	Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования с применением плазменной техники
	ПКР-13.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.	Владеет навыками проведения исследований с применением современных средств и методов плазменных технологий

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 5 зачетных единиц, 162 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	88	88
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	52	52
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	38	38
Подготовка к тестированию	11	11
Подготовка к контрольной работе	27	27
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	162	162

Согласована на портале № 62919

Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Физическое основы плазменных технологий	12	20	13	45	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
2 Приборы плазменной электроники	4	4	6	14	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
3 Устройства плазменной электроники	12	20	12	44	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
4 Методы диагностики плазменных устройств	8	8	7	23	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
Итого за семестр	36	52	38	126	
Итого	36	52	38	126	

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			
1 Физическое основы плазменных технологий	Основные свойства плазмы и газовых разрядов и области их применения	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Сравнительный анализ характеристик газовых разрядов различных типов	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Модели для описания параметров газовых разрядов и плазмы положительного столба	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Распределение энергии, поступающей в газовый разряд от внешнего источника питания, по видам потерь. Особенности протекания электрического тока через газонаполненные промежутки.	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Процессы при включении и выключении приборов плазменной электроники	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Физические процессы на пограничных поверхностях плазмы. Колебания и неустойчивости в плазме	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	12	

Согласована на портале № 62919

2 Приборы плазменной электроники	Счетчики заряженных частиц и ионизационные камеры: основные конструкции, характеристики и области применения	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Коммутирующие приборы и разрядники: основные разновидности, конструкционные особенности, характеристики и области применения	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	4	
3 Устройства плазменной электроники	Плазменные устройства для распыления и напыления материалов. Диодные распылительные системы. Многоэлектродные системы распыления. Магнетронные системы распыления.	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Плазменные источники электронов. Особенности конструкции, характеристики, области применения.	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Плазменные устройства ионов. Особенности конструкции, характеристики, области применения.	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Плазменные ускорители. Конструкции, характеристики, области применения.	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Генераторы низкотепературной плазмы. Конструкции, характеристики и области применения.	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Методы моделирования и расчета в генераторах плазмы и пучков заряженных частиц	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	12	
4 Методы диагностики плазменных устройств	Методы диагностики плазмы. Зондовые методы	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Методы диагностики потоков заряженных частиц. Контактные типы измерительных устройств и методики расчета сигналов	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Методы диагностики потоков заряженных частиц. Оптические и электромагнитные типы измерительных устройств и методики расчета сигналов	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Методы диагностики плазмы. Оптическая спектроскопия. Микроволновые методы.	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	8	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

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

Согласована на портале № 62919

2 семестр			
1 Физическое основы плазменных технологий	Основы физики плазмы. Свойства плазмы	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Элементарные процессы в плазме. Неупругие столкновения.	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Движение заряженных частиц в газе и плазме	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Слои пространственного заряда в плазме.	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Плазменные ускорители с замкнутым дрейфом электронов	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	20	
2 Приборы плазменной электроники	Методы расчета коммутирующих приборов и разрядников	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	4	
3 Устройства плазменной электроники	Системы распыления	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Эмиссия заряженных частиц из плазмы. Эмиссия ионов. Эмиссия электронов. Особенности эмиссии электронов из плазмы.	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Плазменные источники электронов	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Плазменные источники ионов	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Вакуумные дуговые испарители	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	20	
4 Методы диагностики плазменных устройств	Зондовые методы диагностики плазмы	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Методы диагностики пучков заряженных частиц. Способы измерения тока, радиального распределения пучка, энергетического спектра частиц	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13
	Итого	8	
Итого за семестр		52	
Итого		52	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

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

Согласована на портале № 62919

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Физическое основы плазменных технологий	Подготовка к тестированию	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	9	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	Контрольная работа
	Итого	13		
2 Приборы плазменной электроники	Подготовка к тестированию	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	Контрольная работа
	Итого	6		
3 Устройства плазменной электроники	Подготовка к тестированию	3	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	9	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	Контрольная работа
	Итого	12		
4 Методы диагностики плазменных устройств	Подготовка к тестированию	2	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	5	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	Контрольная работа
	Итого	7		
Итого за семестр		38		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		74		

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.	Сам. раб.	
ПКР-7	+	+	+	Контрольная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-10	+	+	+	Контрольная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-13	+	+	+	Контрольная работа, Тестирование, Экзамен

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

Согласована на портале № 62919

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				
Контрольная работа	10	15	15	40
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	25	25	100
Нарастающим итогом	20	45	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

1. Вакуумные и плазменные приборы и устройства: Учебное пособие / А. И. Аксенов - 2018. 131 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7241.

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. 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. — ISBN 978-5-8114-1198-6. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/167879.

7.3. Учебно-методические пособия

Согласована на портале № 62919

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Вакуумные и плазменные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям / А. И. Аксенов - 2018. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7244.

2. Вакуумные, плазменные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе / А. И. Аксенов - 2012. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1492.

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 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 курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 222 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU;
- Проектор Benq;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;

Согласована на портале № 62919

- 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.

8.4. 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)
1 Физическое основы плазменных технологий	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 62919

2 Приборы плазменной электроники	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Устройства плазменной электроники	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Методы диагностики плазменных устройств	ПКР-7, ПКР-10, ПКР-13	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
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

Согласована на портале № 62919

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. Температура электронов плазмы характеризует:
   1 Степень нагрева их поверхности
   2 Кинетическую энергию их теплового движения
   3 Энергию постоянного электрического тока
   4 Энергию вращения электронов в магнитном поле
2. Плотности ионов и электронов в идеальной плазме:
   1 Никак не связаны друг с другом
   2 Практически одинаковы по величине
   3 Плотность ионов много больше плотности электронов
   4 Плотность ионов много меньше плотности электронов
3. При каком типе столкновений налетающий электрон передает свою энергию электрону кристалла?
   1 Упругое столкновение
   2 Таких соударений не существует
   3При всех типах столкновений
   4 Неупругое столкновение
4. Образование электронов и ионов из нейтральных атомов называется:
   1 Рекомбинацией
   2 Диссоциацией
   3 Ионизацией
   4 Рассеянием
5. При каком типе столкновений налетающий электрон не передает свою энергию электрону кристалла?
   1 Неупругое столкновение
   2При всех видах столкновений.
   3Таких соударений не существует.
   4 Упругое столкновение
6. Какой электронный пучок считается параксиальным?

Согласована на портале № 62919

1 Если траектории электронов параллельны
2 Отсутствует симметрия относительно оптической оси
3 Расстояние от оптической оси до крайнего электрона много меньше квадрата этого расстояния.
4 Расстояние от оптической оси до крайнего электрона много больше квадрата этого расстояния.

7. Как ведет себя сечение ионизации газов по мере увеличения энергии электронов?
   1 Возрастает до энергии 1 кэВ и затем монотонно снижается;
   2 Падает до энергии 100 эВ и затем монотонно возрастает;
   3 Возрастает до энергии ~100 эВ и затем монотонно снижается;
   4 Наблюдается чередование нескольких максимумов и минимумов.
8. Электронный дебаевский радиус описывает:
   1 Экранирование электронами положительного заряда в плазме
   2 Экранирование ионами электронов плазмы
   3 Экранирование нейтральными частицами электронов плазмы
   4 Экранирование электронами нейтральных частиц плазмы
9. Какой тип разряда называется самостоятельным ?
   1 Разряд, который может существовать только при воздействии внешнего ионизирующего фактора.
   2 Разряд, который может существовать без электрического поля.
   3 Разряд, который может существовать только при наличии внешнего электрического поля.
   4 Разряд, который может существовать без воздействия внешнего ионизирующего фактора.
10. При каких условиях при транспортировке электронного пучка пространственно-периодическим магнитным полем в пучке возможна параметрическая резонансная раскачка поперечных колебаний?
    1 При кратности баунс-частоты эффективной величине циклотронной частоты.
    2 При кратности эффективной величины циклотронной частоты электронной плазменной частоте.
    3 При кратности эффективной величины циклотронной частоты баунс-частоте.
    4 При кратности баунс-частоты электронной плазменной частоте.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Виды газовых разрядов и области их применения
2. Виды элементарных процессов в плазме. Методы математического описания
3. Движение заряженных частиц в газе и плазме
4. Эмиссия ионов из плазмы. Зависимосить плотности ионного тока от параметров плазмы и потенциалов электродов.
5. Эмиссия электронов из плазмы. Отличие эмиссии электронов из плазмы от эмиссии ионов
6. Ионные пучки. Области применения.
7. Электронные пучки. Области применения.
8. Методы диагностики пучков заряженных частиц.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Определить чувствительность магнитной катушки к отклонению, если амплитуда сигнала на экране 50 мм, число витков n=500, IK=0,1A. Как изменится чувствительность, если частоту сигналу увеличить в 5 раз?
2. Определить напряженность электрического поля, в котором электрон набирает скорость=4800 км/с на расстоянии d -0,4 м (начальная скорость электрона =0).
3. Линза образована двумя диафрагмами, расстояние между которыми d = 10 мм. Потенциалы фиафрагм отсчитываются относительно потенциала катода электронной пушки и равны U1 = 1 кВ и U2 = 2 кВ. Найти оптическую силу системы считая, что ее образуют совокупность двух линз-диафрагм. Отсверстия в диафрагмах имеют круглую форму и достаточно малы по сравнению с расстоянием d.
4. Электрон с энергией 50 эВ сталкивается с покоящимся атомом аргона. Найти

Согласована на портале № 62919

максимальную энергию, которая может быть затрачена на возбуждение и ионизацию атома аргона.

5. Сечение ионизации атома неона электронами с энергией 150 эВ равно 0.78*10^-16 см^2. Найти число электрон-ионных пар, образующихся на 1 см длины электронного пучка с энергией 2кэВ и током в 1 мА в неоне при давлении 1 Па.

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 9.2.

Таблица 9.2 – 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

Согласована на портале № 62919

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 № 62919

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
протокол № 86 от «20» 11 2020 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
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

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:

Доцент, каф. физики	И.Ю. Бакеев	Разработано, 3c9d5bb8-d37d-4ec7-b724-b435d3961a37

Согласована на портале № 62919