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 ЭЛЕКТРОННЫЕ ПУШКИ

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	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	8	8	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	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 № 62115

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение широких, целостных и глубоких знаний о механизмах эмиссии заряженных частиц, основных физических процессах, определяющих и сопровождающих электроразрядные явления в плазменных электронных пушках.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование знаний об основах функционирования и конструктивных особенностях электронно-плазменного оборудования различных видов, применяемого в технологиях материалов.
2. Выработка умения оценивать условия и обосновывать целесообразность применения различных ЭИП технологий для решения конкретных задач 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.01.04.
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-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.	Наличие широких, целостных и глубоких знаний о физических явлениях, приводящих к изменениям структуры и свойств поверхности материалов при воздействии на нее потоками электронов, ионов и плазмы.
	ПКР-5.2. Умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства изделий микроэлектроники.	Формирование знаний об основах функционирования и конструктивных особенностях электронно-ионно-плазменного оборудования различных видов, применяемого в технологиях материалов.
	ПКР-5.3. Владеет навыками проектирования технологических процессов производства изделий микро- и наноэлектроники.	Умеет оценивать условия и обосновывать целесообразность применения различных электронно-ионно-плазменных технологий для решения конкретных задач.

Согласована на портале № 62115

ПКР-6. Способен проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	ПКР-6.1. Знает требования технологической и нормативной документации новых технологических процессов выпуска изделий микроэлектроники.	Знает требования технологической и нормативной документации плазменных электронных пушек.
	ПКР-6.2. Умеет проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники.	Умеет проектировать технологические процессы производства материалов и изделий с применением плазменных электронных пушек.
	ПКР-6.3. Владеет навыками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства.	Владеет базовыми знаниями и навыками использования автоматизированных систем подготовки производства.

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
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к зачету	12	12
Подготовка к тестированию	12	12
Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	40	40
Подготовка к выступлению (докладу)	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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Эмиссия заряженных частиц из плазмы	6	6	8	20	ПКР-5, ПКР-6

Согласована на портале № 62115

2 Плазменные электронные пушки	12	12	64	88	ПКР-5, ПКР-6
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	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			
1 Эмиссия заряженных частиц из плазмы	Основы эмиссии заряженных частиц из плазмы	2	ПКР-5, ПКР-6
	Основные законы, описывающие физические процессы эмиссии заряженных частиц из плазмы	2	ПКР-5, ПКР-6
	Взаимодействие пучка электронов с поверхностью обрабатываемых деталей и изделий	2	ПКР-5, ПКР-6
	Итого	6	
2 Плазменные электронные пушки	Конструкции плазменных источников. Часть 1	2	ПКР-5, ПКР-6
	Конструкции плазменных источников. Часть 2	2	ПКР-5, ПКР-6
	Проектирование и расчет основных узлов плазменных источников электронов. Часть 1	2	ПКР-5, ПКР-6
	Проектирование и расчет основных узлов плазменных источников электронов. Часть 2	2	ПКР-5, ПКР-6
	Транспортировка электронного пучка	2	ПКР-5, ПКР-6
	Технологический процесс производства материалов и изделий электронной техники	2	ПКР-5, ПКР-6
	Итого	12	
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			

Согласована на портале № 62115

1 Эмиссия заряженных частиц из плазмы	Расчет параметров плазмы в плазменных пушках	2	ПКР-5, ПКР-6
	Эмиссия заряженных частиц из плазмы	2	ПКР-5, ПКР-6
	Расчет плотности электронного и ионного тока	2	ПКР-5, ПКР-6
	Итого	6	
2 Плазменные электронные пушки	Особенности конструирования плазменных источников. Тепловой баланс.	4	ПКР-5, ПКР-6
	Расчет основных узлов источников электронов, проектирование геометрии разрядного и ускоряющего промежутка.	4	ПКР-5, ПКР-6
	Особенности транспортировки электронных пучков. Область пространственного заряда, кроссовер, яркость.	2	ПКР-5, ПКР-6
	Эффекты взаимодействия частиц с поверхностью. Упругие взаимодействия. Отражение частиц. Смещение атомов. Распыление. Нагрев. Термодиффузия.	2	ПКР-5, ПКР-6
	Итого	12	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Эмиссия заряженных частиц из плазмы	Подготовка к зачету	4	ПКР-5, ПКР-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-5, ПКР-6	Тестирование
	Итого	8		
2 Плазменные электронные пушки	Подготовка к зачету	8	ПКР-5, ПКР-6	Зачёт
	Подготовка к тестированию	8	ПКР-5, ПКР-6	Тестирование
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	40	ПКР-5, ПКР-6	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Подготовка к выступлению (докладу)	8	ПКР-5, ПКР-6	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	64		

Согласована на портале № 62115

Итого за семестр	72	
Итого	72	

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-5	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Зачёт, Расчетная / расчетно-графическая работа, Тестирование
ПКР-6	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Зачёт, Расчетная / расчетно-графическая работа, Тестирование

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				
Выступление (доклад) на занятии	0	10	0	10
Зачёт	10	10	10	30
Расчетная / расчетно-графическая работа	10	10	10	30
Тестирование	10	10	10	30
Итого максимум за период	30	40	30	100
Нарастающим итогом	30	70	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.

Согласована на портале № 62115

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. 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. Щицын, Ю. Д. Специальные плазменные технологии : учебное пособие / Ю. Д. Щицын. — Пермь : ПНИПУ, 2017. — 159 с. — ISBN 978-5-398-01877-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/160758 .

7.2. Дополнительная литература

1. Физические основы электронно-ионно-лучевых и плазменных технологий: Учебное пособие / А. С. Климов, Д. Б. Золотухин, А. В. Тюньков, Е. М. Окс, Ю. Г. Юшков - 2020. 172 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9521.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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.

7.3.2. 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.

Согласована на портале № 62115

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 лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 230 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Камера;
- Микрофон;
- Телевизор;
- Магнитно-маркерная доска;
- 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.;
- 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

Согласована на портале № 62115

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 Эмиссия заряженных частиц из плазмы	ПКР-5, ПКР-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Плазменные электронные пушки	ПКР-5, ПКР-6	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических 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 № 62115

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. Возможно ли провисание потенциала в вакуумном диоде при стационарной эмиссии электронов из плазменного эмиттера?
   Да, всегда
   Да, при некоторых условия
   Нет, никогда
2. Как соотносится кинетическая и потенциальная энергия электронов в плазме?
   Кинетическая много больше потенциальной
   Кинетическая много меньше потенциальной
   Кинетическая и потенциальная одного порядка величины
3. От чего зависит электрическая прочность вакуумного промежутка?
   Только от напряженности электрического поля
   Только от разности потенциала
   От напряженности электрического поля и разности потенциалов
4. Как движутся по отношению друг к другу катодные пятна при одновременном горении в сильноточной вакуумной дуге?

Согласована на портале № 62115

Сближаются
Движутся независимо
Расходятся

5. Как изменяется вероятность вакуумного пробоя с ростом площади электродов при прочих равных условиях?
   Растет
   Не изменяется
   Падает
6. Где появляется свечение плазмы при вакуумном пробое раньше?
   На катоде
   В промежутке
   На аноде
7. Эффект полого катода характеризуется?
   Уменьшением напряжения горения разряда
   Увеличением напряжения горения разряда
   Напряжение горения разряда не изменяется, концентрация плазмы увеличивается
8. Что происходит с потенциалом плазмы при отборе электронов?
   Увеличивается
   Уменьшается
   Остается неизменным
9. С ростом ускоряющего напряжения на промежутке анод-экстрактор форвакуумного плазменного источника электронов:
   Увеличивается обратный ионный поток
   Уменьшается обратный ионный поток
10. Увеличение рабочего давления в вакуумной камере приводит к:
    Увеличению рассеяния электронов на молекулах остаточного газа
    Фокусировке электронного пучка, связанного с образование области пространственного заряда
    Параметры транспортируемого электронного пучка не изменяются

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Определение плазмы. Основные характеристики плазмы.
2. Эффекты взаимодействия пучка электронов с поверхностью.
3. Радиационное воздействие электронного пучка на материал.
4. Классификация плазменных источников электронов.
5. Основные узлы в конструкции плазменных источников электронов.
6. Тепловой баланс.
7. Особенности транспортировки электронных пучков.

9.1.3. Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии

1. Генераторы низкотемпературной плазмы.
2. Источники электронов на основе ВТР.
3. Пучково-плазменный разряд.
4. Конструкция и функционирование форвакуумных плазменных источников электронов.
5. Импульсные и непрерывные источники электронов.
6. Плазменные источники электронов на основе дугового разряда.

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ

1. Рассчитать тепловой баланс плазменного источника электронов со следующими параметрами: ускоряющее напряжение 10 кВ, ток пучка 200 мА, рабочее давление - 10 Па, рабочий газ - гелий, непрерывный режим генерации.
2. Рассчитать параметры отклоняющей системы, рабочее напряжение, ток, частоту сканирования, для управления пучком электронов с энергией 20 кэВ, током пучка 500

Согласована на портале № 62115

мА. Расстояние от пушки до мишени 20 см, рабочий газ - гелий, размеры обрабатываемой поверхности 10х10 см.

3. Спроектировать систему фокусировки электронного пучка плазменного источника электронов. Энергия электронов 20 кэВ, током пучка 500 мА. Расстояние от пушки до мишени 20 см, рабочий газ - гелий, диаметр пучка в кроссовере - 5 мм.
4. Рассчитать радиальное распределение параметров плазмы по мере транспортировки электронного пучка в диапазоне давлений среднего вакуума.
5. Рассчитать тепловой баланс при электронно-лучевом испарении материала.

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 № 62115

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 № 62115

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
протокол № 86 от «20» 4 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	А.А. Зенин	Разработано, 589731db-f1ab-40b5-953d-e7e91edcb958

Согласована на портале № 62115