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

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ В ГАЗЕ

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	26	26	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	14	14	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 № 68567

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Развитие у студентов основных представлений об общих свойствах электронных пучков и основных подходах, применяемых к их описанию, о методах и проблемах их генерации, формирования и транспортировки.

1.2. Задачи дисциплины

1. Освоение студентами базовых знаний в области физики электронных пучков.
2. Приобретение теоретических знаний в области изучения свойств электронных пучков.
3. Приобретение навыков расчёта и оптимизации полей и параметров пучков заряженных частиц в электронноoптических системах современных ускорительных установок.

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.01.03.
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-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 электронно-пучковых технологий
	ПКР-10.2. Умеет рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники.	Умеет рассчитывать предельно допустимые режимы работы электронно-пучковых устройств
	ПКР-10.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники.	Владеет навыками выборато теоретических и экспериментальных методов исследования электронной ускорительной техники

Согласована на портале № 68567

ПКР-12. Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	ПКР-12.1. Знает принципы планирования и автоматизации проведения эксперимента.	Знает принципы планирования и автоматизации проведения экспериментов с привлечение электронной ускорительной техники
	ПКР-12.2. Умеет разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики.	Умеет разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики электронных ускорительных устройств
	ПКР-12.3. Владеет навыками тестирования и диагностики изделий микро- и наноэлектроники.	Владеет навыками тестирования и диагностики электронных пучков и электронных ускорительных устройств
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 электронно-пучковой отрасли
	ПКР-13.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования.	Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования с применением электронно-пучковой техники
	ПКР-13.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.	Владеет навыками проведения исследований с применение современных средств и методов электронно-пучковых 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 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	26	26
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	64	64
Подготовка к тестированию	22	22
Подготовка к контрольной работе	42	42
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

Согласована на портале № 68567

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 Физические основы электронной оптики	2	2	8	12	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
2 Элементы электронно-оптических систем	10	18	28	56	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
3 Процессы распространения электронных пучков в газе	6	6	28	40	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
Итого за семестр	18	26	64	108	
Итого	18	26	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			
1 Физические основы электронной оптики	Введение в электронную оптику. Основные законы движения заряженных частиц в однородных электрических и магнитных полях	2	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Итого	2	
2 Элементы электронно-оптических систем	Электронные линзы. Типы, свойства и конструкции линз.	2	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Магнитные фокусирующие системы, длинная магнитная линза, короткая магнитная линза.	2	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Электростатический метод управления направлением потоков заряженных частиц, электростатические отклоняющие системы.	2	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Магнитные отклоняющие системы. Сравнение электростатического и магнитного отклонения	2	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Аберрации электронно-оптических устройств. Сферическая и храматическая аберрации. Кома. Астигматизм	2	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Итого	10	

Согласована на портале № 68567

3 Процессы распространения электронных пучков в газе	Основные процессы взаимодействия ускоренных электронов с молекулами газа и математические методы их описания. Сечения взаимодействия. Средняя длина свободного пробега.	2	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Рассеяние электронов в газе. Кулоновские столкновения. Формула Резерфорда. Изменение траектории и энергии ускоренных электронов при рассеянии.	2	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Ионизация молекул газа электронным ударом. Прямая и ступенчатая ионизация. Ионизационные потери при распространении электронного пучка в газе и плазме.	2	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Итого	6	
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 Физические основы электронной оптики	Уравнения движения заряженных частиц в электрическом и магнитном поле	2	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Итого	2	
2 Элементы электронно-оптических систем	Электростатическая и магнитная фокусировка пучков.	6	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Системы электростатического и магнитного отклонения электронных пучков.	6	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Аберрации электронно-оптических устройств. Методы оценки и расчета продольной и хроматической аберраций при фокусировке электронных пучков.	6	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Итого	18	
3 Процессы распространения электронных пучков в газе	Основные уравнения, описывающие взаимодействие ускоренных электронов с молекулами газа. Сечение взаимодейсвия. Формула Резерфорда. Формула Бете.	6	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13
	Итого	6	
Итого за семестр		26	

Согласована на портале № 68567

Итого	26	

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 Физические основы электронной оптики	Подготовка к тестированию	2	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13	Контрольная работа
	Итого	8		
2 Элементы электронно-оптических систем	Подготовка к тестированию	10	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	18	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13	Контрольная работа
	Итого	28		
3 Процессы распространения электронных пучков в газе	Подготовка к тестированию	10	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	18	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13	Контрольная работа
	Итого	28		
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.	Сам. раб.	
ПКР-10	+	+	+	Контрольная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-12	+	+	+	Контрольная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-13	+	+	+	Контрольная работа, Тестирование, Экзамен

Согласована на портале № 68567

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				
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. Агеев, И. М. Физические основы электроники и наноэлектроники : учебное пособие / И. М. Агеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4081-8. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/131007.

7.2. Дополнительная литература

Согласована на портале № 68567

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

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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.

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.

Согласована на портале № 68567

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, 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.

8.4. 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 Физические основы электронной оптики	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 68567

2 Элементы электронно-оптических систем	ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Процессы распространения электронных пучков в газе	ПКР-10, ПКР-12, 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

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции

Согласована на портале № 68567

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. При движении заряженной частицы в постоянном электромагнитном поле сохраняется
   1 Обобщенная энергия частицы.
   2 Сумма кинетической энергии и потенциальной энергии частицы.
   3 Потенциальная энергия частицы.
   4 Работа, совершаемая над частицей электрическим полем.
2. Нерелятивистское движение заряженной частицы в скрещенных полях при условии E < H представляет собой:
   1 Равноускоренное движение в направлении магнитного поля и циклотронное вращение в плоскости, нормальной к магнитному полю.
   2 Равноускоренное движение в направлении магнитного поля и движение по циклоиде в плоскости, нормальной к магнитному полю.
   3 Равноускоренное движение в направлении электрического поля и циклотронное вращение в плоскости, нормальной к электрическому полю.
   4 Дрейф с постоянной скоростью в направлении магнитного поля и движение по цепной линии в плоскости, нормальной к магнитному полю.
   5 Равноускоренное движение в направлении магнитного поля и суперпозицию равномерного вращения и поступательного дрейфа в плоскости, нормальной к магнитному полю.
   6 Движение по спирали.
   7 Суперпозицию движения по циклоиде и поступательного дрейфа.
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. Какие системы отклонения имеют больший частотный диапазон?
   1 Магнитные
   2 Квадрупольные
   3 Электростатические
5. При каком типе столкновений налетающий электрон не передает свою энергию электрону

Согласована на портале № 68567

кристалла?
1 Неупругое столкновение
2При всех видах столкновений.
3Таких соударений не существует.
4 Упругое столкновение

6. Какой электронный пучок считается параксиальным?
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. Какая величина называется интегралом движения?
1 Результат интегрирования уравнений Эйлера-Лагранжа.
2 Сохраняющаяся величина, соответствующая движению частицы в полях с определенной симметрией.
3 Результат интегрирования уравнений движения, выраженный через обобщенные координаты и обобщенные скорости.
4 Результат интегрирования уравнений движения, выраженный через обобщенные координаты и обобщенные массы.
9. Что является интегралом движения при движении заряженной частицы в осесимметричном электромагнитном поле?
1 Аксиальная компонента момента обобщенного импульса частицы.
2 Поток магнитного поля через круговое сечение, ограниченное радиус-вектором частицы.
3 Поток электрического поля через круговое сечение, ограниченное радиус-вектором частицы.
4 При движении в таком поле определить интеграл движения невозможно.
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. Методы и устройства фокусировки электронных пучков.
2. Методы и устройства отклонения электронных пучков.
3. Аберрации электронно-оптических устройств и их виды.
4. Виды взаимодействий ускоренных электронов с молекулами газа.
5. Рассеяние электронного пучка. Формула Резерфорда.
6. Ионизация газа электронным пучком. Сечение ионизации.

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.

Согласована на портале № 68567

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 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 9.4.

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

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)

Согласована на портале № 68567

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 № 68567

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:

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

Согласована на портале № 68567