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

ЭЛЕКТРОННАЯ ОПТИКА

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: **1**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	10	10	часов
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	64	64	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	1

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 № 62276

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Дать базовые знания, умения и навыки по основам электронной оптики.

1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение широких, целостных и глубоких знаний о физических явлениях, определяющих процессы формирования и транспортировки электронных пучков, способах их получения, а также их применениях в электронике.

2. Формирование умения вычленять физические факторы, существенные в электрофизических системах с интенсивными пучками электронов, выполнять качественные оценки и расчеты параметры физических процессов в таких системах.

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.01.01.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
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 законы движения заряженных частиц в электромагнитных полях, устройство приборов электронной оптики для планирования и осуществления экспериментальных исследований.
	ПКР-12.2. Умеет разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики.	На основе полученных знаний в области электронной оптики умеет проводить физические эксперименты с выбором соответствующей диагностики
	ПКР-12.3. Владеет навыками тестирования и диагностики изделий микро- и наноэлектроники.	Владеет навыками тестирования и диагностики устройств электронной оптики.

Согласована на портале № 62276

ПКР-14. Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПКР-14.1. Знает принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований.	Знает принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований в области электронной оптики.
	ПКР-14.2. Умеет подготавливать научные публикации на основе результатов исследований.	По результатам теоретических и экспериментальных исследований подготавливает публикации в научных изданиях в области электронной оптики
	ПКР-14.3. Владеет навыками подготовки заявок на изобретения.	Владеет навыками патентного поиска, подготовки заявок на изобретения

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
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	44	44
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	8	8
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	64	64
Подготовка к зачету	24	24
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	8	8
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	8
Подготовка к тестированию	24	24
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Геометрическая электронная оптика	8	8	8	40	64	ПКР-12, ПКР-14
2 Приборы электронной оптики	10	10	-	24	44	ПКР-12, ПКР-14

Согласована на портале № 62276

Итого за семестр	18	18	8	64	108	
Итого	18	18	8	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
1 семестр			
1 Геометрическая электронная оптика	Прямая и обратная задачи, возникающие при рассмотрении движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Схема аналитического расчета. Оптика - механическая аналогия. Исследование электрических полей методом конечной разности потенциалов, электролитической ванны, электроинтеграторов, упругой мембраны. Экспериментальные методы нахождения магнитных полей: метод баллистического гальванометра, метод датчика Холла, метод милливеберметра. Распределение потенциала осесимметричного электрического поля. Траектория параксиальных электронов. Анализ основного уравнения электронной оптики. Методы решения основного уравнения. Метод последовательных приближений, метод линейных отрезков.	8	ПКР-12, ПКР-14
	Итого	8	

Согласована на портале № 62276

2 Приборы электронной оптики	Распределения магнитной индукции осесимметричного магнитного поля. Движение электронов в осесимметричном магнитном поле. Уравнение траектории. Анализ основного уравнения электронной оптики. Осесимметричные электростатические электронные линзы. Оптическая сила электростатической линзы. Типы электростатических электронных линз: отдельная диафрагма, одиночная линза, иммерсионная линза, иммерсионный объектив. Электростатические электронные зеркала. Осесимметричные магнитные линзы. Оптическая сила магнитной линзы. Аберрации электронных линз. Сферическая и хроматическая аберрации. Цилиндрические электронные линзы. Фокусировка поперечными полями. Квадрупольные электростатические и магнитные линзы. Понятие первианса пучка. Основные элементы системы формирования интенсивных электронных пучков. Схема формирования интенсивных электронных пучков. Пушки Пирса. Тема 6. Фокусирующие устройства. Формирования пучка в электронной пушке. Первая линза электронной пушки, формирование скрещения. Вторая линза электронной пушки, параметры пятна. Практические конструкции электронных пушек. Пушка с нулевым током первого анода. Работа катода в электронной пушке. Отклоняющие устройства. Общие закономерности магнитного отклонения электронных пучков. Конструкция электростатических и магнитных отклоняющих систем искажения при отклонении.	10	ПКР-12, ПКР-14
	Итого	10	
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
1 семестр			

Согласована на портале № 62276

1 Геометрическая электронная оптика	Основная задача электронной оптики. Методы расчета и экспериментального исследования электрических и магнитных полей. Движение электронов в осесимметричных электрических и магнитных полях.	8	ПКР-12, ПКР-14
	Итого	8	
2 Приборы электронной оптики	Электронные линзы. Интенсивные пучки. СВЧ электроника. Основные элементы электронно-лучевых приборов. Основные классы электронно-лучевых приборов.	10	ПКР-12, ПКР-14
	Итого	10	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Геометрическая электронная оптика	Изучение распределения Максвелла	4	ПКР-12, ПКР-14
	Определение удельного заряда электрона методом магнетрона (магнетрон)	4	ПКР-12, ПКР-14
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

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
1 семестр				

Согласована на портале № 62276

1 Геометрическая электронная оптика	Подготовка к зачету	12	ПКР-12, ПКР-14	Зачёт
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	8	ПКР-12, ПКР-14	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПКР-12, ПКР-14	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	12	ПКР-12, ПКР-14	Тестирование
	Итого	40		
2 Приборы электронной оптики	Подготовка к зачету	12	ПКР-12, ПКР-14	Зачёт
	Подготовка к тестированию	12	ПКР-12, ПКР-14	Тестирование
	Итого	24		
Итого за семестр		64		
Итого		64		

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

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

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-12	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование
ПКР-14	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная 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
1 семестр				
Зачёт	0	0	25	25
Защита отчета по лабораторной работе	10	10	10	30
Лабораторная работа	5	5	5	15
Тестирование	10	10	10	30
Итого максимум за период	25	25	50	100

Согласована на портале № 62276

Нарастающим итогом	25	50	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

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.
2. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие / А. И. Аксенов, А. Ф. Злобина - 2021. 133 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9547.

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.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона (магнетрон): Руководство к лабораторной работе по физике / Ю. А. Бурачевский - 2019. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8969.
2. Изучение распределения Максвелла: Методические указания к лабораторной работе / В. А. Бурдовицин - 2018. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7643.
3. Электричество и магнетизм: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе / Ю. А. Бурачевский - 2018. 137 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7729.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц

Согласована на портале № 62276

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 проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

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

Лаборатория квантовой физики: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 229 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторный макет "Квантовая физика" - 10 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;

Согласована на портале № 62276

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

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

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория механики и молекулярной физики: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 232 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные макеты: "Молекулярная физика" - 10 шт., "Маятник Обербека" - 10 шт., "Машина Атвуда" - 3 шт., "Момент инерции" - 4 шт.;
- Контроллер измерений - 10 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

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

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

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

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

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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;

Согласована на портале № 62276

- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

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

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

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

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

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

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Геометрическая электронная оптика	ПКР-12, ПКР-14	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Приборы электронной оптики	ПКР-12, ПКР-14	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		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

Согласована на портале № 62276

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
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. Электрон прошел в ускоряющем поле 100В, нужно ли учитывать волновые свойства электронов при решении электронно-оптических задач?
   1. да

Согласована на портале № 62276

2. нет

2. Электрон ускорен разностью потенциалов 1 МэВ. Можно ли для определения скорости электрона использовать формулу mv^2 /2 = eU ?
   1. да
   2. нет
3. Что общего между движением электронов в электрическом поле и распространением светового луча в оптической среде?
   1. Выполняется принцип экспериментальности длины пути.
   2. Энергия фотона и электрона меняется.
   3. Показатель преломления меняется непрерывно в обоих случаях.
   4. В обоих случаях форма преломляющей поверхности и показатель преломления связаны.
4. Какими факторами можно охарактеризовать действие пространственного заряда в пучке?
   1. Расширением электронного пучка в пространстве свободного от поля.
   2. Возрастанием тока в пучке.
   3. Ростом потенциала в пучке.
5. От чего зависит оптическая сила электростатической электронной линзы?
   1. От напряженности поля внутри линзы.
   2. От заряда электрона.
   3. От массы электрона.
6. От чего зависит тип электростатической электронной линзы?
   1. От напряженности поля внутри линзы.
   2. От характера распределения осевого потенциала.
   3. От характера изменения первой производной, от осевого потенциала
   4. От характера изменения второй производной, от осевого потенциала.
7. От чего зависит оптическая сила короткой слабой магнитной линзы?
   1. От напряженности магнитного поля в линзе.
   2. От квадрата напряженности магнитного поля.
   3. От числа витков катушки
8. От чего зависит угол поворота изображения в магнитной линзе?
   1. От положения изображаемой точки.
   2. От угла вылета электрона.
   3. От напряженности магнитного поля.
   4. От квадрата напряженности магнитного поля.
9. Зависит ли оптическая сила магнитной линзы от направления напряженности магнитного поля?
   1. не зависит.
   2. Меняет знак при изменении направления магнитного поля.
10. Какое различие между осесимметричной и цилиндрической линзой?
    1. Оптическая сила цилиндрической линзы меньше при одном и том же значении осевого потенциала.
    2. Цилиндрическая линза имеет линейный фокус.
11. От чего зависит оптическая сила тонкой слабой квадрупольной электростатической линзы?
    1. От скорости электронов.
    2. От материала электродов линз.
12. Что общего в траектории параксиальных электронов движущихся в осесимметричных электрическом и магнитных полях?
    1. Траектории плоские кривые.
    2. Траектории обратимы.
    3. Траектории не зависят от заряда массы частиц.
    4. Траектории пересекают ось симметрии.
13. С чем связано возникновение сферической аберрации электронных линз?
    1. С непараксиальностью электронных траекторий в плоскости объекта.
    2. С непараксиальностью электронных траекторий в плоскости линзы.
    3. С разбросом начальных скоростей электронов.
    4. С взаимодействием электронов в пучке.

Согласована на портале № 62276

14. С чем связано возникновение хроматической аберрации?
    1. С разбросом начальных скоростей электронов.
    2. С дифракцией электронов.
    3. С нарушением осевой симметрии электрических и магнитных полей.
    4. С взаимодействием электронов в пучке.
15. Как будет отображаться точечный объект цилиндрической электронной линзы?
    1. кругом.
    2. Эллипсом.
    3. Точкой.
    4. Отрезком прямой.
16. Какое преимущество квадрупольной линз над осесимметричными линзами?
    1. Создать хорошо сфокусированное изображение точки.
    2. Оптическая сила их больше.
17. Какой из перечисленных ниже экспериментальных методов определения распределения электрического поля является наиболее точным?
    1. Метод электролитической ванны.
    2. Метод электроинтеграторов.
    3. Метод полупроводящей бумаги.
    4. Метод резиновой мембраны.
18. Как изменится оптическая сила одиночной линзы (средний электрод соединен с катодом) с увеличением потенциала крайних электродов?
    1. Оптическая сила увеличится.
    2. Оптическая сила уменьшится.
    3. Оптическая сила останется без изменения.
19. Почему большинство прожекторов современных электронно-лучевых приборов строится по двум линзовой оптической схеме?
    1. Потому, что невозможно сфокусировать электроны одной электронной линзой.
    2. Потому, что в случае одной линзы нельзя строить прожектор достаточно хорошо удовлетворяющей основными требования.
20. От чего зависит чувствительность электростатического отклонения?
    1. От заряда электрона
    2. От массы электрона
    3. От температуры катода.
    4. От ускоряющего напряжения.
    5. От тока пучка.
21. Для чего экраны электронно-лучевых приборов алюминируют?
    1. Для увеличения яркости и контрастности изображения.
    2. Для увеличения разрешающей способности.
    3. Для увеличения световой отдачи экрана.
22. Какие из указанных факторов не влияют на разрешающую способность осциллографической трубки.
    1. Величина аберраций электронных линз.
    2. Режим работы электронной пушки (ток пучка, потенциал второго анода).
    3. Структура и толщина экрана.
    4. Конструкция электронной пушки.
    5. Площадь имитирующей поверхности.
23. Какой из указанных факторов является не характерным для современных кинескопов.
    1. Применение контрольных стекол.
    2. Алюминирование экранов.
    3. Электростатические пушки.
    4. Электростатические отклоняющие системы.
    5. Высокие анодные напряжения.
24. Какой из указанных элементов присутствует в иконоскопе?
    1. Фотокатод.
    2. Фокусирующая катушка.
    3. Сигнальная пластина.
25. Какой из указанных факторов не влияет н6а коэффициент преобразования лучистого

Согласована на портале № 62276

потока.
1. Чувствительность фотокатода.
2. Сила тока.
3. Световая отдача экрана.
4. Ускоряющее напряжение.
5. Площадь фотокатода.

26. Какой из указанных факторов не влияет на коэффициент преобразования лучистого потока?
1. Чувствительность фотокатода.
2. Эффективность экрана.
3. Ускоряющее напряжение.
4. Площадь фотокатода.

27. Какой из указанных ниже факторов не оказывает влияние на разрешающую способность электронного микроскопа?
1. Сферическая аберрация электронных линз.
2. Дифракция электронов.
3. Хроматическая аберрация электронных линз.

28. Что общего у светового и электронного микроскопа просвечивающего типа?
1. Механизм образования изображения в обеих случаях аналогичен.
2. Наличие линз.
3. Наличие осветительного устройства.

29. В чем преимущество электростатического электронного микроскопа над магнитным?
1. Высокое ускоряющее напряжение.
2. Большое увеличение.
3. Упрощенная схема питания.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Основная задача электронной оптики.
2. Схема аналитического расчета задачи электронной оптики.
3. Оптико-механическая аналогия. Принцип Ферма, принцип Эйлера.
4. Методы расчета и экспериментального исследования электрических полей.
5. Методы измерения магнитных полей.
6. Основное уравнение параксиальной электронной оптики.
7. Оптическая сила электростатической электронной линзы.
8. Типы электростатических электронных линз.
9. Магнитная линза. Оптическая сила магнитной линзы.
10. Аберрации электронных линз.
11. Цилиндрические электронные линзы.
12. Квадрупольные электронные линзы.
13. Схема формирования интенсивных пучков.
14. Принцип построения пушек Пирса.
15. Фокусирующие системы. Основные требования предъявляемые к фокусирующим системам. Формирования пучка в электронной пушке, первая и вторая линзы.
16. Практические конструкции электронных пушек.
17. Отклоняющие системы. Электростатические и магнитные отклоняющие системы.
18. Конструкция отклоняющих систем.
19. Экраны, характеристики люминесцентных экранов.
20. Осциллографические электронно-лучевые трубки. Основные характеристики.
21. Приемные телевизионные трубки (кинескопы).
22. Передающие телевизионные трубки (иконоскоп, ортикон, видикон).
23. ЭОПы и усилители света. Основные характеристики.
24. Рентгеновский усилитель света.
25. Электронный микроскоп. Разрешающая сила электронного микроскопа.
26. Магнитный и электростатические варианты электронного микроскопа.
27. Типы электронных микроскопов: просвечивающий, растровый, эмиссионный, отражательный.
28. Электронно-лучевые коммутаторы.

Согласована на портале № 62276

29. Расчет пороговой чувствительности ЭОП.
30. ЭОП основанный на явлении вторичной электронной эмиссии на прострел.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Как устроена магнетронная система?
2. От чего зависит радиус кривизны траектории электрона в магнетроне?
3. Какая сила называется силой Лоренца и как определяется её направление?
4. Почему сила Лоренца не изменяет кинетической энергии заряженной частицы?
5. По какому правилу и как определяется направление вектора магнитной индукции в соленоиде при заданном направлении тока в нём?
6. Что означают величины, входящие в формулу для определения магнитной индукции?
7. Что происходит с электронами, вылетевшими из катода, если величина магнитной индукции $B \geq B_{кр}$?
8. Какие из характеристик, измеренных и рассчитанных в данной работе, зависят от величины напряжения?
9. В какой цепи токи больше: в анодной цепи или в цепи соленоида?
10. Каким способом в данной работе определяется величина критического тока $I_{кр}$?
11. Ток эмиссии катода постоянен при постоянном токе накала. Почему при увеличении тока в соленоиде ($I > I_{кр}$) наблюдается снижение анодного тока?
12. Почему в экспериментальной зависимости $I_a = f(I_c)$ не наблюдается резкого спада анодного тока при величине магнитной индукции $B \geq B_{кр}$?
13. Два электрона с кинетическими энергиями E1 и E2 движутся в магнитном поле, перпендикулярно направлению поля. Найти отношение их периодов обращения и радиусов траекторий.
14. Определить частоту вращения (циклотронную частоту) частицы массы m и зарядом q в магнитном поле индукции B.
15. Выполняется ли принцип независимости движения для заряженных частиц, движущихся одновременно в электрическом и магнитном полях?
16. Электрон, обладающий скоростью v, попадает в однородное магнитное поле, индукция которого перпендикулярна скорости v. Окружность, какого радиуса описывает электрон?
17. Заряженная частица, пролетая некоторую область пространства, не отклоняется от первоначального направления движения. Можно ли на основании этого факта утверждать, что магнитное поле в этой области отсутствует?
18. Пучок протонов, попадая в некоторую область пространства, отклоняется на некоторый угол. Можно ли на основании этого факта определить, каким полем вызвано отклонение, электрическим или магнитным?
19. Протон и электрон, имеющие одинаковую скорость, попадают в однородное магнитное поле, индукция B которого перпендикулярна скорости частиц. Как будут различаться их траектории?
20. Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона будет больше радиуса кривизны траектории электрона?
21. Протон и электрон влетают в однородное магнитное поле с одинаковой скоростью. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона будет больше радиуса кривизны траектории электрона?
22. Показать, что радиус кривизны траектории заряженной частицы, движущейся в однородном магнитном поле, перпендикулярном её скорости, пропорционален импульсу частицы.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение распределения Максвелла
2. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона (магнетрон)

9.2. Методические рекомендации

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

Согласована на портале № 62276

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
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;

Согласована на портале № 62276

– 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 № 62276

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:

Старший научный сотрудник, каф. кафедры Физики	А.В. Тюньков	Разработано, 4a899bc9-27e3-4a4a-bd26-2c44831296e0

Согласована на портале № 62276