

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Эмиссионная электроника и основы работы приборов

Код модуля
1159301(1)

Модуль
Физика и технологии микро- и нанoeлектроники

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мурзакаев Айдар Маркович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

Авторы:

- Мурзакаев Айдар Марксович, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Эмиссионная электроника и основы работы приборов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Эмиссионная электроника и основы работы приборов

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия

	<p>обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p> <p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>
<p>ОПК-6 -Способен планировать и</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p>

<p>организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности и производственного цикла и продукта</p>	<p>технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>	<p>Зачет Лекции Практические/семинарские занятия</p>
<p>ПК-1 -Способен организовывать, планировать и контролировать процессы измерений параметров и свойств наноматериалов и наноструктур (Материалы микро- и наносистемной техники)</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание физико-химических свойств наноматериалов и наноструктур, устройств, принципов работы и правил эксплуатации оборудования для исследования свойств наноматериалов и наноструктур П-1 - Осуществлять планирование эксперимента, ставить и анализировать задачи для оптимизации и совершенствования исследований У-1 - Работать на технологическом оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия</p>

	документацией, получать, анализировать, обобщать данные по измерению свойств и параметров	
ПК-5 -Способен предлагать актуальные методы и подходы решения научных и технологических задач в области наноматериалов, а также смежных областей (Материалы микро- и наносистемной техники)	З-1 - Описывать основные научные достижения и современные методы экспериментальных и теоретических исследований П-1 - Использовать методы решения научно-технологических задач на основе анализа согласованных научных знаний У-1 - Определять конкретную задачу в рамках научного эксперимента	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа №1</i>	1,10	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа №2</i>	1,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		

3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.

Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Элементы электронной теории металлов
2. Потенциальный барьер на границе металл-вакуум
3. Термоэлектронная эмиссия
4. Автоэлектронная эмиссия
5. Фотоэлектронная эмиссия
6. Вторичная электронная эмиссия
7. Другие виды электронной и ионной эмиссии
8. Токи, ограниченные пространственным зарядом
9. Взрывная электронная эмиссия (ВЭЭ)
10. Электронная оптика (электростатические линзы)
11. Электронная оптика (магнитные линзы)
12. Взаимодействие электронов с веществом
13. Взаимодействие ионов и атомов с веществом
14. Взаимодействие фотонов с веществом

Примерные задания

Знакомство с научным оборудованием Института электрофизики УрО РАН.

Демонстрация установок по получению и визуализации наночастиц.

Взрывная электронная эмиссия (ВЭЭ) и Взаимодействие электронов с веществом – получение нанопорошков со средним размером частиц около 7 нм методом импульсного электронного испарения материалов на установке со взрывоэмиссионным катодом.

Взаимодействие фотонов с веществом - получение нанопорошков со средним размером частиц около 15 нм методом импульсного лазерного испарения материалов.

Электронная оптика (магнитные линзы) – получение изображения наночастиц на просвечивающем электронном микроскопе с электромагнитными линзами.

Вторичная электронная эмиссия – 1) демонстрация вторично электронного умножителя заряженных частиц ВЭУ-7 с коэффициентом усиления 106; 2) получение изображения наночастиц вторичными электронами на растровом электронном микроскопе с электромагнитными линзами.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Потенциальный барьер на границе металл-вакуум.

Примерные задания

При каком значении напряжённости электрического поля работа выхода электрона уменьшится на 1 эВ?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Электронная оптика (электростатические линзы).

2. Электронная оптика (магнитные линзы).

Примерные задания

Рельсотрон – наиболее простое устройство, используемое для ускорения проводников электромагнитными силами при разряде конденсаторной батареи (рис.). Каким образом можно исследовать процесс ускорения тела в таком устройстве?

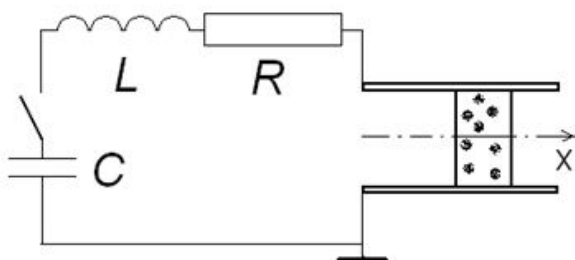


Рис. Электротехническая модель рельсотрона.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Потенциальный барьер на границе металл-вакуум. Полная работа выхода электрона. Надбарьерный выход электронов. Подбарьерный выход электронов. Поправка Шоттки. Эффект Шоттки. Коэффициент прохождения электрона через потенциальный барьер (коэффициент прозрачности).

2. Термоэлектронная эмиссия. Основные особенности ТЭЭ: зависимость термоэмиссионного тока от температуры, работы выхода, внешнего электрического поля. Эффективные термокатоде. Основные рабочие параметры. Оксидные катоды, оксидно-ториевые катоды, гексабориды щелочноземельных и редкоземельных металлов.

3. Автоэлектронная эмиссия. Уравнение Фаулера-Нордгейма для автоэмиссионного тока. Эффект Ноттингама. Автоэлектронный микроскоп, методы изготовления острий,

увеличение и разрешение прибора. Причины нестабильности рабочих характеристик в техническом вакууме: адсорбция, ионная бомбардировка.

4. Сканирующая туннельная микроскопия. Особенности конструкции сканирующего туннельного микроскопа: пьезодвигатели, защита от вибраций, изготовление острий. Зависимость туннельного тока от плотности электронных состояний.

5. Фотоэлектронная эмиссия. Основные закономерности внешнего фотоэффекта. Красная граница ФЭЭ. Эффективные фотокатоды. Основные параметры фотоэлементов. Электронная спектроскопия для химического анализа.

6. Вторичная электронная эмиссия. Первичные и вторичные электроны. Коэффициент ВЭЭ, его зависимость от энергии первичных электронов E_p . Энергетическое распределение вторичных электронов по энергиям, три основные группы вторичных электронов. Вторично электронные умножители. Фотоэлектронные умножители. Электронно-оптические преобразователи. Коэффициент усиления, шумы.

7. Упруго отраженные электроны. Угловое распределение упруго отражённых электронов, дифракция медленных электронов (ДМЭ), дифракция быстрых электронов (ДБЭ).

8. Взрывная электронная эмиссия (ВЭЭ). Феноменология ВЭЭ. Импульсный пробой при острейном катоде. Импульсный пробой при плоских электродах. Пробой постоянным напряжением. Джоулев механизм вакуумного пробоя.

9. Электростатические линзы. Сила, действующая на заряженную частицу в электростатическом поле. Аналогия между движением заряженных частиц в электростатическом поле и распространением световых лучей в прозрачной среде. Центрированные электронно-оптические системы. Фокусировка в аксиально-симметричном поле. Усилитель света (электронно-оптический преобразователь). Электронный умножитель. Электронный осциллограф.

10. Магнитные линзы. Движение в однородном магнитном поле. Аксиально-симметричное магнитное поле. Фокусировка с помощью короткой катушки. Электронный микроскоп. Движение в медленно изменяющемся магнитном поле. Радиационные пояса Земли. Фокусировка в поперечных электрических и магнитных полях. Движение заряженных частиц под действием однородного электрического поля и однородного магнитного поля. Спектрометры.

11. Взаимодействие электронов с веществом. Эффекты, наблюдаемые при взаимодействии электронов с веществом - упругое и неупругое рассеяние, возбуждение фононов, дифракция низкоэнергетических электронов, тормозное и характеристическое рентгеновское излучение, вторичная электронная эмиссия, Оже-электронная эмиссия, характеристические потери энергии электронов, электронно-ионная эмиссия, электронно-атомная эмиссия, дифракция быстрых электронов.

12. Взаимодействие ионов и атомов с веществом. Виды ионно-электронной эмиссии (ИЭЭ). Вторичная ионно-ионная эмиссия. Вторично-ионная масс-спектрометрия (ВИМС).

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

