

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Физика твердого тела

Код модуля
1152884(2)

Модуль
Физика твердого тела

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Огородников Игорь Николаевич	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	экспериментальной физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

Авторы:

- Огородников Игорь Николаевич, Профессор, экспериментальной физики

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физика твердого тела

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Коллоквиум	1
		Отчет по лабораторным работам	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физика твердого тела

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
ПК-1 -Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач (Технологии радиационной безопасности)	З-1 - Формулировать цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов П-1 - Иметь систематические знания по направлению деятельности; углубленные знания по выбранной направленности подготовки, базовые навыки проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме У-1 - Составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы	Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	<p>исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты</p>	
<p>ПК-2 -Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (Технологии радиационной безопасности)</p>	<p>З-1 - Сделать обзор принципов и методик оценивания результатов выполненной работы, критериев их измерения и оценки П-1 - В соответствии с заданием разработать предложения по оцениванию результатов выполненной работы на основе методики и критериев оценивания и обосновать выбор формы представления результатов работы У-1 - Определять методики и оценивать результаты выполненной работы на основе принципов и объективных критериев оценки и измерения результатов</p>	<p>Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Экзамен</p>
<p>ПК-3 -Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ (Технологии радиационной безопасности)</p>	<p>З-1 - Характеризовать последовательность использования систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ для оформления результатов научно-исследовательской деятельности П-1 - Оформлять в соответствии с требованиями результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций, используя системы компьютерной верстки и пакеты офисных программ У-1 - Оценивать оформление результатов научно-исследовательской деятельности в различных видах на соответствие требованиям, выявлять</p>	<p>Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Экзамен</p>

	несоответствия и необходимость корректировки	
ПК-1 -Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач (Физика высокоэнергетических процессов)	З-1 - Формулировать цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов П-1 - Иметь систематические знания по направлению деятельности, углубленные знания по выбранной направленности подготовки, базовые навыки проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме У-1 - Составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты	Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Экзамен
ПК-2 -Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (Физика высокоэнергетических процессов)	З-1 - Сделать обзор принципов и методик оценивания результатов выполненной работы, критериев их измерения и оценки П-1 - В соответствии с заданием разработать предложения по оцениванию результатов выполненной работы на основе методики и критериев оценивания и обосновать выбор формы представления результатов работы У-1 - Определять методики и оценивать результаты выполненной работы на основе принципов и объективных критериев оценки и измерения результатов	Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Экзамен

<p>ПК-3 -Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ (Физика высокоэнергетических процессов)</p>	<p>З-1 - Характеризовать последовательность использования систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ для оформления результатов научно-исследовательской деятельности П-1 - Оформлять в соответствии с требованиями результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций, используя системы компьютерной верстки и пакеты офисных программ У-1 - Оценивать оформление результатов научно-исследовательской деятельности в различных видах на соответствие требованиям, выявлять несоответствия и необходимость корректировки</p>	<p>Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Экзамен</p>
---	---	---

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

<p>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.40</p>		
<p>Текущая аттестация на лекциях</p>	<p>Сроки – семестр, учебная неделя</p>	<p>Максимальная оценка в баллах</p>
<p><i>Теоретическая подготовка</i></p>	<p>2,8</p>	<p>20</p>
<p><i>Колоквиум</i></p>	<p>2,16</p>	<p>40</p>
<p><i>Демонстрация теоретических компетенций</i></p>	<p>2,16</p>	<p>40</p>
<p>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40</p>		
<p>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</p>		
<p>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60</p>		
<p>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</p>		

Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
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 –0.60		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение заданий</i>	2,16	30
<i>Отчеты о работах</i>	2,16	30
<i>Защита отчетов</i>	2,16	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - 1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00		
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. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Аппаратные (инструментальные) аспекты обратной задачи спектроскопии и спектрометрии
2. Обратная задача спектроскопии для энергетически неинвариантных спектрометров. Обобщенная невязка и регуляризирующий алгоритм А.Н.Тихонова.
3. Обратная задача спектроскопии для энергетически инвариантных спектрометров. Дискретное преобразование Фурье и теорема о свертке.
4. Обратная задача спектрометрии. Мультиферный спектрометр нейтронов. Восстановление спектра с применением генетического алгоритма в параметризации аналитической кривой спектрометра.
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. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Кристаллические твердые тела и их физические свойства.
2. Элементы динамики решетки.
3. Полупроводники.
4. Сверхпроводимость. Контактные явления. Электронно-дырочный переход.
5. Твердотельные радиационные детекторы.

Вопросы и задачи к коллоквиуму по ФТТ

1. Какой тип связи определяет связь атомов в полупроводниках Si и Ge?
 2. Влияние температуры на функцию распределения Ферми-Дирака.
 3. Определение подвижности носителей заряда в полупроводнике.
 4. Почему при контакте двух полупроводников разного типа электропроводности начинается процесс диффузии носителей заряда?
 5. Термостимулированная люминесценция.
 6. Энергия образования дефектов внедрения в чистый Al составляет примерно 3 эВ. Оценить концентрацию равновесных дефектов Френкеля для комнатной температуры и при 550 °С.
 7. Кристалл кремния содержит 10^{17} атомов бора в 1 см^3 . Найти положение уровня Ферми относительно середины запрещенной зоны при температуре $T = 300 \text{ К}$.
-

Вопросы и задачи к коллоквиуму по ФТТ

1. Чем отличается ковалентная связь атомов от металлической связи?
2. Какой энергетический уровень называют уровнем Ферми?
3. Какова природа дрейфового электрического тока в полупроводнике?
4. Нарисовать энергетические диаграммы контакта металл–полупроводник p -типа в равновесном состоянии при различных соотношениях работ выхода электронов из металла и полупроводника.
5. Принцип Франка-Кондона, правило Стокса-Ломмеля. Механизмы внутреннего и внешнего тушения люминесценции.
6. Энергия образования вакансий в Al равна примерно 0.75 эВ. Определить равновесную концентрацию дефектов Шоттки при комнатной температуре и при 550 °С.
7. Определить положение уровня Ферми в германии n -типа при температуре $T = 300 \text{ К}$, если на $2 \cdot 10^6$ атомов германия приходится 1 атом примеси. Концентрация атомов в Ge равна $4.4 \cdot 10^{28}$ атомов/ м^3 . Расстояние между дном зоны проводимости и донорным уровнем составляет 0.01 эВ.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Отчет по лабораторным работам

Примерный перечень тем

1. Решение обратной задачи спектроскопии методом обобщенной невязки и регуляризации А.Н.Тихонова.
2. Решение обратной задачи спектроскопии методом дискретного преобразования Фурье и регуляризации А.Н.Тихонова.
3. Решение обратной задачи спектрометрии методом параметризации решения с помощью генетического алгоритма.

Примерные задания

1. Решение обратной задачи спектроскопии методом обобщенной невязки и регуляризации А.Н.Тихонова

Цель проведения численного расчета: используя метод обобщенной невязки и регуляризирующий алгоритм А.Н.Тихонова, найти приближенное решение интегрального уравнения Фредгольма 1-го рода с гладким ядром.

- Получить исходные данные для расчета:
 - текстовый файл, содержащий квазиэкспериментальный спектр, т.е. измеренные точки в виде пар чисел $[X Y]$ (одна пара – одна строка); Спектры размещены в архиве, в разделе «0-Примеры спектров»;
 - номер тарировочного полинома (энергетическая зависимость коэффициента передачи канала регистрации $S(E)$ (помещены в б-ку lib);
 - номер аппаратной функции (помещены в библиотеку lib).
- Построить графически экспериментальный спектр $U_{exp}(x)$ и определить кол-во точек N и координаты $x(1)$ и $x(N)$ первой и последней точек.
- Подготовить и параметризовать расчетные сетки по переменным x, y, s ; определить константы A, B, C, D, T, ht и N .
- Используя полученные значения, параметризовать файл Zadanie5 и провести расчет приближенного решения интегрального уравнения.
- Получить $z(s)$ и $U_{cor}(x)$, исправленные на $S(s)$ тракта регистрации, графически построить спектр $U_{cor}(x)$ и тарировочный полином.
- Построить графически приближенное решение $z(s)$ и определить количество гауссовых составляющих спектра и их приближенные параметры (в качестве стартовых для последующего уточнения).
- Используя процедуру datafit получить наилучшую аппроксимацию приближенного решения Z_a суперпозицией гауссовых составляющих.
- Используя параметры наилучшей аппроксимации подготовить функцию $zbar()$ и выполнить заключительный расчет по программе Zadanie5.
- Рассчитать критерий качества аппроксимации FOM.
- Оформить отчет, предусмотрев раздел Выводы, в котором надо подытожить результаты пунктов 2 – 9.

Данные к заданию

№ п/п	Студент	Условия эксперимента			
		Спектр	Коррекция	АФ	FWHM
2.	████████ров А.Р.	56_01	2	1	1

Данные к заданию

№ п/п	Студент	Условия эксперимента			
		Спектр	Коррекция	АФ	FWHM
3.	████████ев И.К.	56_02	3	1	1.2

2. Решение обратной задачи спектроскопии методом дискретного преобразования Фурье и регуляризации А.Н.Тихонова

Цель проведения численного расчета: используя метод дискретного преобразования Фурье (ДПФ), теорему о свертке и регуляризирующий алгоритмом А.Н.Тихонова, найти приближенное решение интегрального уравнения Фредгольма 1-го рода с гладким ядром.

1. Получить исходные данные для расчета:
 - а) текстовый файл, содержащий квазиэкспериментальный спектр, т.е. измеренные точки в виде пар чисел $[X \ Y]$ (одна пара – одна строка); Спектры размещены в архиве, в разделе «0-Примеры спектров»;
 - б) номер тарировочного полинома (энергетическая зависимость коэффициента передачи канала регистрации $S(E)$ (помещены в б-ку lib);
 - в) номер аппаратной функции (помещены в библиотеку lib).
2. Построить графически экспериментальный спектр $U_{exp}(x)$ и определить кол-во точек N и координаты $x(1)$ и $x(N)$ первой и последней точек.
3. Подготовить и параметризовать расчетные сетки по переменным x, y, s ; определить константы L_1, L_2, Lz_1, Lz_2 и T .
4. Используя полученные значения, параметризовать файл Zадание6 и провести расчет приближенного решения интегрального уравнения.
5. Получить $z(s)$ и $U_{cor}(x)$, исправленные на $S(s)$ тракта регистрации, графически построить спектр $U_{cor}(x)$ и тарировочный полином.
6. Построить графически приближенное решение $z(s)$ и определить количество гауссовых составляющих спектра и их приближенные параметры (в качестве стартовых для последующего уточнения).
7. Используя процедуру datafit получить наилучшую аппроксимацию приближенного решения Z_a суперпозицией гауссовых составляющих.
8. Используя параметры наилучшей аппроксимации подготовить функцию zbar() и выполнить заключительный расчет по программе Zадание6.
9. Рассчитать критерий качества аппроксимации FOM.
10. Оформить отчет, предусмотрев раздел Выводы, в котором надо подытожить результаты пунктов 2 – 9.

Данные к заданию

№ п/п	Студент	Условия эксперимента			
		Спектр	Коррекция	АФ	FWHM
3.	Иванов ев И.К.	56_02	3	1	1.2

Данные к заданию

№ п/п	Студент	Условия эксперимента			
		Спектр	Коррекция	АФ	FWHM
4.	Иванов Э.	56_05	2	1	1.5

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Классификация твердых тел; межатомные взаимодействия в твердых телах; идеальные кристаллы.
2. Кристаллографические свойства твердых тел. Решетка Бравэ. Структура реальных кристаллов.
3. Элементы динамики решетки. Тепловые колебания в твердых телах. Нормальные колебания. Фононы.
4. Теплофизические свойства. Теплоемкость кристаллического твердого тела. Тепловое расширение твердых тел.
5. Статистические методы в твердом теле. Плотность разрешенных состояний.
6. Статистический способ описания состояний коллектива частиц. Невырожденные и вырожденные коллективы частиц.
7. Функции распределения электронов. Классическая и квантовая статистики.
8. Функции распределения для невырожденного и вырожденного коллективов.
9. Распределение электронов в металле при абсолютном нуле.
10. Влияние температуры на распределение Ферми-Дирака. Снятие вырождения.
11. Понятие о полупроводниках. Эффективная масса. Понятие о дырках.
12. Элементы динамики носителей заряда.
13. Примесные уровни в полупроводниках.
14. Проводимость и подвижность носителей заряда.
15. Рассеяние носителей заряда.
16. Механизмы рассеяния свободных носителей заряда.
17. Примесная проводимость полупроводников.
18. Явление сверхпроводимости. Влияние магнитного поля. Эффект Мейснера. Микроскопическая теория.
19. Контактные явления с металлом. Виды электрических контактов. Контакт двух металлов.
20. Контакт полупроводника с металлом. Выпрямление напряжения на контакте полупроводника с металлом.
21. Контакт двух полупроводников с различными типами проводимости. Понятие электронно-дырочного перехода. Электронно-дырочный переход в условиях равновесия.
22. Гетероструктуры.
23. Детекторы на основе люминофоров. Люминесценция. Нестационарные явления в люминесценции.
24. Термостимулированная (ТСЛ) и оптически-стимулированная (ОСЛ) люминесценция.
25. Рабочее вещество для ТСЛ- и ОСЛ-детекторов.
26. Сцинтилляционные детекторы. Неорганический сцинтиллятор.
27. Сцинтилляционный детектор нейтронов.
28. Полупроводниковые фотоприемники. Лавинный фотодиод.
29. Нелюминесцентные полупроводниковые детекторы: диффузионный, поверхностно-барьерный и дрейфовый детекторы.

30. Аппаратные аспекты обратной задачи спектроскопии. Понятие об аппаратной функции. Виды аппаратных функций.

31. Метод обобщенной невязки и регуляризирующий алгоритм А.Н.Тихонова для решения обратной задачи спектроскопии в случае энергетически неинвариантных спектральных приборов.

32. Дискретное преобразование Фурье и теорема о свертке для решения обратной задачи спектроскопии в случае энергетически инвариантных спектральных приборов.

33. Обратная задача спектрометрии нейтронов на примере восстановления спектра мультисферного спектрометра методом параметризации аналитической кривой.

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.