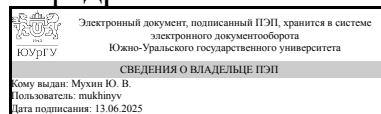


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



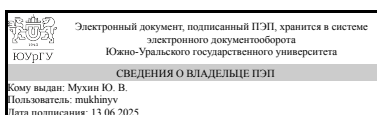
Ю. В. Мухин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.03 Физика конденсированного состояния
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Прикладные математика и физика
форма обучения очная
кафедра-разработчик Оптоинформатика

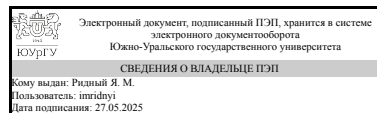
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 890

Зав.кафедрой разработчика,
к.физ.-мат.н.



Ю. В. Мухин

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



Я. М. Ридный

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования свойств конденсированных сред при создании объектов и систем в различных областях нанотехнологии и микросистемной техники. Изучение фундаментальных результатов физики конденсированного состояния и способов практического использования свойств конденсированных сред, практическое овладение методами теоретического описания и основными теоретическими моделями конденсированного состояния.

Краткое содержание дисциплины

Виды химических связей. Основы зонной теории твердых тел. Свойства твёрдых тел: электрические, тепловые, магнитные. Дефекты кристаллического строения. Механизмы образования вакансий. Полиморфные превращения. Термодинамика твердых растворов. Распад пересыщенных твердых растворов. Концепция локального равновесия и её применение к физико-химическим задачам. Описание и методы определения кристаллических структур. Электронные состояния в кристаллах.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знает: основные модели конденсированных сред и их приложения для решения различных прикладных задач Умеет: решать стандартные задачи и формулировать математические модели рассматриваемых проблем физики конденсированных сред. Имеет практический опыт: выбора оптимального способа решения задач физики конденсированных сред

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Физика поверхности, Цифровые технологии и искусственный интеллект в оптике, Дополнительные главы высшей математики, Теория групп, Функциональный анализ, Безопасность жизнедеятельности, Введение в специальность	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Введение в специальность	Знает: дифракционную теорию оптических инструментов; теорию люминесценции; устройство лазеров на красителях; принципы работы оптических приборов; области и границы применения различных методов исследования и их возможные погрешности. Умеет: критически оценивать применимость различных методик и методов при проведении исследований, используя для этого теоретические знания. Имеет практический опыт:
Дополнительные главы высшей математики	Знает: функцию от матрицы и способов её вычисления; применение функций от матриц в теории дифференциальных уравнений; примеры компактных и некомпактных операторов; элементы теории Рисса-Шаудера и ее применение в теории интегральных уравнений. Умеет: находить функции от матриц и применять их при решении систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; решать спектральные задачи для интегрального оператора с вырожденным ядром. Имеет практический опыт: нахождения собственных значений и собственных функций для некоторых компактных интегральных операторов.
Цифровые технологии и искусственный интеллект в оптике	Знает: фурье-анализ непрерывных и дискретных функций; основы методов компьютерной оптики. Умеет: раскладывать периодические сигналы в ряды Фурье; моделировать волновые явления. Имеет практический опыт: спектрального анализа непрерывных и дискретных функций; работы с пакетом MATLAB.
Функциональный анализ	Знает: основные концепции функционального анализа: пространство, метрика, норма, топология, скалярное произведение, обобщенная функция, оператор, функционал и т.п.; знать, как представляются конкретные физические процессы и явления в терминах функционального анализа. Умеет: анализировать линейные отображения; вычислять интегралы Лебега; находить экстремумы функционалов; использовать аппарат функционального анализа для анализа электродинамических явлений и процессов и процессов квантовой механики. Имеет практический опыт: использования понятия обобщенной функции (в частности - дельта - функции Дирака) для анализа физических процессов и явлений; спектрального анализа при исследовании операторов квантовой механики.
Теория групп	Знает: определение линейного представления группы, эквивалентных представлений; определение унитарных представлений; теорему

	об эквивалентности линейного представления конечной группы унитарному представлению; определение инвариантного подпространства представления, приводимого и неприводимого представления. Умеет: находить стандартное представление группы S_n и ее подгрупп; находить регулярное представление групп малых порядков; находить группу характеров циклических групп; находить группу характеров конечных абелевых групп; находить число неприводимых представлений конечных групп малых порядков и степени этих представлений. Имеет практический опыт: нахождения неприводимых представлений и характеров для групп малых порядков.
Физика поверхностей	Знает: основные свойства поверхностей и физических явлений на них; методы изучения поверхностей; атомную и электронную структуру; адсорбцию. Умеет: применять полученные знания по физике поверхностей для анализа систем, процессов и методов. Имеет практический опыт: анализа систем и поверхностей; анализа атомной и электронной структуры.
Безопасность жизнедеятельности	Знает: правовые нормы, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности, государственную политику, государственные структуры и систему мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, основы безопасности жизнедеятельности, правовые нормы обеспечивающие безопасность жизнедеятельности на предприятиях Умеет: использовать правовые нормы, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности, государственную политику, государственные структуры и систему мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, определить круг задач и найти их оптимальное верное решение в рамках обеспечения безопасности жизнедеятельности, осуществлять выбор методов повышения устойчивости работы предприятий в условиях чрезвычайных ситуаций Имеет практический опыт: использования правовых нормы, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности, государственную политику, государственные структуры и систему мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, быстрого реагирования в чрезвычайных ситуациях, оказания первой доврачебной помощи, эвакуации из здания, действий в случае пожаров, землетрясений и наводнений

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 70,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	60	60
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	73,5	73,5
Подготовка к экзамену	10,5	10,5
Подготовка к контрольной работе №1	12	12
Подготовка к контрольной работе №4	12	12
Подготовка к контрольной работе №3	12	12
Подготовка к контрольной работе №2	12	12
Подготовка к контрольной работе №5	15	15
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Кристаллы. Классификация и исследование структуры кристалла. Рентгенография, электронография и нейтронография.	14	6	8	0
2	Виды химических связей.	12	4	8	0
3	Механические свойства кристаллов и дефекты кристаллической решетки.	12	4	8	0
4	Фононы и колебания решётки.	22	10	12	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные типы кристаллических решеток и их характеристики.	4
2	1	Рентгеновские лучи и их свойства. Их применение для исследования структуры кристаллов. Электронография и нейтронография.	2
3	2	Химическая связь в твёрдых телах (ионная, ковалентная, Ван дер Ваальса, водородная).	4
4	3	Точечные дефекты кристаллической решетки. Диффузия.	2
5	3	Механические свойства кристаллов. Дислокации.	2
6	4	Квантовый характер колебаний решётки. Импульс фонона. Неупругое	2

		рассеяние фотонов на акустических фононах.	
7	4	Неупругое рассеяние рентгеновских лучей на фононах. Неупругое рассеяние нейтронов на фононах. Колебание в решётке из одинаковых атомов.	4
8	4	Решётка с двумя атомами в примитивной ячейке. Оптические свойства в инфракрасной области спектра.	2
9	4	Диэлектрическая функция. Локальные фононные колебания.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Свойства обратной решётки. Кристаллогеометрия: индексы узлов, направлений, плоскостей. Векторы и действия с ними. Расчеты углов, межплоскостных расстояний, периодов идентичности.	4
2	1	Особенности дифракции на решетках с базисом. Метод поликристаллов. Определение типа кристаллической решётки по дифрактограмме. Контрольная работа №1.	4
3	2	Методы вычисления энергии связи и параметра решётки. Проведение расчётов для кристаллов инертных газов и хлоридов щелочных металлов. Металлическая связь. Энергия связи в щелочных металлах.	4
4	2	Ковалентная связь в молекулах и твёрдых кристаллах. Гибридизация. Контрольная работа №2.	4
5	3	Статистику атомных перескоков по узлам решётки. Растворы внедрения и замещения. Частоты перескоков атомов и дефекты. Законы диффузии.	4
6	3	Вакансии и междоузельные атомы. Оценка энергии образования для золота, меди, серебра и платины. Контрольная работа №3.	4
7	4	Модели одномерных цепочек с одинаковыми и различными сортами атомов. Квантовые особенности осцилляторов.	2
8	4	Теплоёмкость твёрдых тел по Эйнштейну. Критика теории Эйнштейна с позиций существования спектра частот и волнообразности колебаний. Теория теплоёмкости по Дебаю.	2
9	4	Энергия связи в металлах. Расчет энергии Ферми, термодинамических характеристик электронного газа.	2
10	4	Построение поверхности Ферми для металлов с различной валентностью методом Харрисона. Контрольная работа №4.	4
11	4	Заключительная контрольная работа по всем разделам №5.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	1) Гуртов, В. А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Техносфера, 2012. —	8	10,5

	560 с. — ISBN 978-5-94836-327-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/73515 (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 2) Цвелик, А. М. Квантовая теория поля в физике конденсированного состояния / А. М. Цвелик. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 320 с. — ISBN 5-9221-0237-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2714 (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
Подготовка к контрольной работе №1	Гордиенко, А. Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач : учебное пособие / А. Б. Гордиенко, А. В. Кособуцкий, Д. В. Корабельников. — 2-е изд., доп. — Кемерово : КемГУ, 2011. — 91 с. — ISBN 978-5-8353-1164-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/30132 (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	8	12
Подготовка к контрольной работе №4	Гордиенко, А. Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач : учебное пособие / А. Б. Гордиенко, А. В. Кособуцкий, Д. В. Корабельников. — 2-е изд., доп. — Кемерово : КемГУ, 2011. — 91 с. — ISBN 978-5-8353-1164-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/30132 (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	8	12
Подготовка к контрольной работе №3	Гордиенко, А. Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач : учебное пособие / А. Б. Гордиенко, А. В. Кособуцкий, Д. В. Корабельников. — 2-е изд., доп. — Кемерово : КемГУ, 2011. — 91 с. — ISBN 978-5-8353-1164-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/30132 (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	8	12
Подготовка к контрольной работе №2	Гордиенко, А. Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач : учебное пособие / А. Б. Гордиенко, А. В. Кособуцкий, Д. В. Корабельников. — 2-е изд., доп. — Кемерово : КемГУ, 2011. — 91 с. — ISBN 978-5-8353-1164-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —	8	12

	URL: https://e.lanbook.com/book/30132 (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
Подготовка к контрольной работе №5	1) Гордиенко, А. Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач : учебное пособие / А. Б. Гордиенко, А. В. Кособуцкий, Д. В. Корабельников. — 2-е изд., доп. — Кемерово : КемГУ, 2011. — 91 с. — ISBN 978-5-8353-1164-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/30132 (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 2) Гуртов, В. А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Техносфера, 2012. — 560 с. — ISBN 978-5-94836-327-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/73515 (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	8	15

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Контрольная работа №1	1	6	Время проведения контрольной работы 45 минут. В контрольной работе 2 задачи. Каждая задача оценивается на 3 балла. 1 балл ставится, если студент написал правильные формулы для решения задачи, 2 балла - если, кроме того, сделаны верные преобразования, 3 балла - если получен правильный числовой ответ.	экзамен
2	8	Текущий контроль	Контрольная работа №2	1	6	Время проведения контрольной работы 45 минут. В контрольной работе 2 задачи. Каждая задача оценивается на 3 балла. 1 балл ставится, если студент написал правильные формулы для решения задачи, 2 балла - если, кроме того, сделаны верные преобразования, 3 балла - если получен правильный числовой ответ.	экзамен

3	8	Текущий контроль	Контрольная работа №3	1	6	Время проведения контрольной работы 45 минут. В контрольной работе 2 задачи. Каждая задача оценивается на 3 балла. 1 балл ставится, если студент написал правильные формулы для решения задачи, 2 балла - если, кроме того, сделаны верные преобразования, 3 балла - если получен правильный числовой ответ.	экзамен
4	8	Текущий контроль	Контрольная работа №4	1	6	Время проведения контрольной работы 45 минут. В контрольной работе 2 задачи. Каждая задача оценивается на 3 балла. 1 балл ставится, если студент написал правильные формулы для решения задачи, 2 балла - если, кроме того, сделаны верные преобразования, 3 балла - если получен правильный числовой ответ.	экзамен
5	8	Текущий контроль	Контрольная работа №5	3	12	Время проведения контрольной работы 90 минут. В контрольной работе 4 задачи. Каждая задача оценивается на 3 балла. 1 балл ставится, если студент написал правильные формулы для решения задачи, 2 балла - если, кроме того, сделаны верные преобразования, 3 балла - если получен правильный числовой ответ.	экзамен
6	8	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	8	На экзамене студент получает билет, содержащий 2 теоретических вопроса. За теоретический вопрос максимум ставится 4 балла, если студент все правильно написал, объяснил и ответил на все дополнительные уточняющие вопросы по данному билету. 3 балла если студент всё правильно написал и ответил на некоторые дополнительные вопросы (не на все). 2 балла если студент всё правильно написал, но не смог ответить ни на один дополнительный вопрос. 1 балл если студент написал половину вопроса, не смог ничего объяснить и не смог ответить на дополнительные вопросы.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Промежуточная аттестация возможна по результатам текущей аттестации. Студент сам решает проходить промежуточную аттестацию или нет. На экзамен даётся 1,5 часа, после этого студенты сдают листочки с тем, что сделали и дальнейшие разговоры проводятся с каждым студентом отдельно. Пользоваться ничем нельзя, кроме карандаша, линейки, ластика, ручки и калькулятора. Использование телефона строго запрещено. По окончании экзамена проводится апелляция.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
УК-2	Знает: основные модели конденсированных сред и их приложения для решения различных прикладных задач	+	+	+	+	+	+
УК-2	Умеет: решать стандартные задачи и формулировать математические модели рассматриваемых проблем физики конденсированных сред.	+	+	+	+	+	+
УК-2	Имеет практический опыт: выбора оптимального способа решения задач физики конденсированных сред	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Павлов, П. В. Физика твердого тела Учеб. для вузов по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электрон. техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы". - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2000. - 493,[1] с. ил.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики [Текст] Кн. 5 Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц учеб пособие для втузов : в 5 кн. И. В. Савельев. - М.: Астрель: АСТ, 2007. - 368 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела Пер. А. А. Гусева, А. В. Пахнева; Под общ. ред. А. А. Гусева. - М.: Наука, 1978. - 791 с. ил.
2. Ашкрофт Н. Физика твердого тела : В 2-х т. . Т. 1 / Пер. с англ. Михайлова А. С.; Под ред. Каганова М. И.. - М. : Мир, 1979. - 399 с. : ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Успехи физических наук науч. журн. Рос. акад. наук журнал. - М., 1918-
2. Physical review [Текст] В Condensed matter and materials physics науч. журн. журнал. - Woodbury, NY: The American Physical Society through the American Institute of Physics, 1998-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Цвелик, А. М. Квантовая теория поля в физике конденсированного состояния / А. М. Цвелик. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 320 с. — ISBN 5-9221-0237-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2714> (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Гуртов, В. А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Техносфера, 2012. — 560 с. — ISBN 978-5-94836-327-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/73515> (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Гордиенко, А. Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач : учебное пособие / А. Б. Гордиенко, А. В. Кособуцкий, Д. В. Корабельников. — 2-е изд., доп. — Кемерово : КемГУ, 2011. — 91 с. — ISBN 978-5-8353-1164-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/30132> (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Цвелик, А. М. Квантовая теория поля в физике конденсированного состояния / А. М. Цвелик. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 320 с. — ISBN 5-9221-0237-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2714> (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гуртов, В. А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Техносфера, 2012. — 560 с. — ISBN 978-5-94836-327-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73515> (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Гордиенко, А. Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач : учебное пособие / А. Б. Гордиенко, А. В. Кособуцкий, Д. В. Корабельников. — 2-е изд., доп. — Кемерово : КемГУ, 2011. — 91 с. — ISBN 978-5-8353-1164-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/30132> (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -LibreOffice(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	607 (16)	Проектор, компьютер, программное обеспечение PowerPoint.
Лекции	607	Проектор, компьютер, программное обеспечение PowerPoint.

