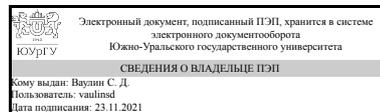


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



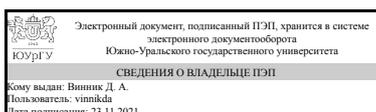
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.06 Физика твердого тела
для направления 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат
профиль подготовки
форма обучения очная
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

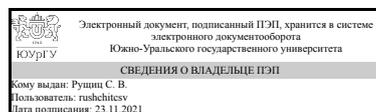
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.11.2015 № 1331

Зав.кафедрой разработчика,
Д.ХИМ.Н., доц.



Д. А. Винник

Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., доц., профессор



С. В. Рушиц

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у студентов современных представлений о физических процессах, отвечающих за устойчивость твердых тел, за формирование основных физических и механических свойств металлических и неметаллических материалов. за фазовые превращения в твердом состоянии

Краткое содержание дисциплины

Описание кристаллических структуру. Основы дифракционного анализа. Типы связей в кристаллах. Металлы в приближении свободных электронов. Основы зонной теории твердых тел. Тепловые свойства твердых тел Электрические свойства металлов. . Магнитные свойства твердых тел. Фазовые превращения в твердом состоянии.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-4 способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Знать: природу тепловых, электрических и магнитных свойств твердых тел, а также взаимосвязь между физическими свойствами вещества и его структурным состоянием.
	Уметь: проводить оценку физических свойств металлов и неметаллов.
	Владеть: навыками использования фундаментальных знаний для анализа и предсказания свойств материалов
ОПК-4 способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Знать: закономерности формирования физических и механических свойств металлических и неметаллических материалов
	Уметь: объяснять причины уникальных физических свойств металлических материалов
	Владеть: навыками прогнозирования свойств металлических материалов, способностью применять фундаментальные знания для решения инженерных задач

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.15 Кристаллография и минералогия, Б.1.06 Физика, Б.1.08.01 Неорганическая химия	ДВ.1.10.02 Термообработка конструкционных и инструментальных сталей, В.1.08 Физика прочности и механические свойства материалов

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

Дисциплина	Требования
Б.1.08.01 Неорганическая химия	Знание периодической системы Менделеева и электронной структуры атомов.
В.1.15 Кристаллография и минералогия	Определение индексов плоскостей, направлений и векторов. Знание сингоний и решёток Браве. Умение построить направления плоскости и узлы по заданным индексам

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
Общая трудоёмкость дисциплины	216	72	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	32	64
Лекции (Л)	48	16	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	16	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	120	40	80
Подготовка к практическим занятиям по курсу	48	16	32
подготовка к экзамену	36	0	36
Подготовка к зачету	4	4	0
Изучение и повторение лекций	32	20	12
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Элементы кристаллографии. Основы дифракционных методов определения кристаллических структур	8	4	4	0
2	Типы связей в кристаллах	8	4	4	0
3	Металлы в приближении свободных электронов	16	8	8	0
4	Основы зонной теории твердых тел	12	6	6	0
5	Тепловые свойства твердых тел	16	8	8	0
6	Электрические свойства твердых тел	12	6	6	0
7	Магнитные свойства твердых тел	16	8	8	0
8	Фазовые превращения	8	4	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
----------	-----------	---	--------------

1	1	Введение в курс; цели и задачи, краткое содержание. Кристаллические структуры и пространственные решетки. Атомный базис. Примитивные и непримитивные элементарные ячейки. Трансляционная симметрия кристаллов и вектор трансляции. Обратная решетка как следствие трансляционной симметрии кристаллов.	2
2	1	Дифракция излучения на кристаллах. Построение Эвальда. Закон Вульфа-Брегга. Рентгеновская и электронная дифракция.	2
3	2	Термодинамические условия образования кристаллов. Энергия связи. Природа ван-дер-ваальсовой связи. Ионная связь.	2
4	2	Природа ковалентной связи. Металлическая связь. Особенности переходных металлов. Причины пластичности кристаллов с металлическим типом связи.	2
5	3	Формулировка модели свободных электронов. Волновая функция свободного электрона. Граничные условия. Выражение для разрешенных значений волновых векторов. Построение сечения пространства разрешенных волновых векторов электронов.	2
6	3	Операторные уравнения. Нахождение энергии и импульса свободных электронов. Сфера Ферми и характеристики фермиевских электронов.	2
7	3	Тепловое возбуждение электронного газа. Распределение Ферми-Дирака. Оценка доли электронов, способных к тепловому возбуждению. Теплоемкость электронного газа в модели свободных электронов.	2
8	3	Электропроводность металлов в модели свободных электронов. Обоснование закона Ома. Недостатки модели свободных электронов.	2
9	4	Резюме по части 1 курса. Формулировка модели почти свободных электронов. Зоны Бриллюэна. Условия дифракции электронов на ионной решетке.	2
10	4	Энергетические зоны в модели почти свободных электронов. Энергетические зоны сильносвязанных электронов	2
11	4	Принципы заполнения энергетических зон. Металлы, диэлектрики, полупроводники.	2
12	5	Тепловое движение ионов в кристаллах. Гармоническое и ангармоническое приближение. Экспериментальные данные о теплоемкости. Классическая теория теплоемкости диэлектриков и металлов, ее недостатки.	2
13	5	Квантово-механическое описание тепловых колебаний. Понятие фонона. Выражение для среднего числа фононов. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна.	2
14	5	Квантовая теория теплоемкости Дебая. Электронный вклад в теплоемкость металлов.	2
15	5	Следствия ангармонизма тепловых колебаний. Тепловое расширение. Механизмы теплопроводности диэлектриков и металлов. Закон Видемана-Франца.	2
16	6	Выражение для электропроводности металлов в зонной теории. Механизмы рассеяния электронов и причины электрического сопротивления металлов и сплавов. Явление сверхпроводимости.	2
17	6	Собственная и примесная проводимость полупроводников.	2
18	6	Механизмы поляризации диэлектриков. Пьезоэлектрики и сегнетоэлектрики.	2
19	7	Природа магнитных моментов вещества. Классификация магнетиков.	2
20	7	Природа и теории диамагнетизма и парамагнетизма. Парамагнетизм электронного газа.	2
21	7	Природа ферромагнетизма. Обменное взаимодействие. Температура Кюри. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм.	2
22	7	Ферромагнитные домены. Процессы намагничивания и размагничивания ферромагнетиков. Магнитная анизотропия и магнитострикция.	2
23	8	Фазовые превращения I и II рода	2

24	8	Диффузионные и бездиффузионные превращения	2
----	---	--	---

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Построение примитивных ячеек простейших пространственных решеток. Построение обратных решеток. Доказательство свойств векторов обратной решетки.	2
2	1	Решение задач с использованием построения Эвальда и закона Вульфа-Брегга. Контрольная работа по разделу 1.	2
3	2	Анализ влияния типа межатомных взаимодействий в кристаллах на физические и механические свойства кристаллов. Расчет энергии связи с использованием модельных потенциалов межатомного взаимодействия.	2
4	2	Контрольная работа по разделу 2. Анализ результатов контрольной работы.	2
5	3	Нахождение энергии и импульса свободных электронов. Получение выражения для радиуса сферы Ферми. Расчет характеристик фермиевских электронов. Расчет средней энергии обобществленных электронов.	2
6	3	Контрольная работа №1 по разделу 3. Анализ результатов контрольной работы.	2
7	3	Сравнительная оценка теплоемкости электронного газа в рамках классической и квантовой модели свободных электронов. Сравнение полученных результатов с экспериментальными данными. Анализ экспериментальных данных по электропроводности металлов с позиций квантовой модели свободных электронов.	2
8	3	Контрольная работа №2 по разделу 3. Анализ результатов контрольной работы.	2
9	4	Построение зон Бриллюэна.	2
10	4	Анализ зонной структуры реальных твердых тел	2
11	4	Контрольная работа по разделу 4. Анализ результатов контрольной работы.	2
12	5	Расчет среднего числа фононов. Анализ зависимости энергии квантового осциллятора от температуры.	2
13	5	Вывод выражения Дебая для решеточной теплоемкости. Анализ температур Дебая реальных твердых тел.	2
14	5	Анализ электронного вклада в теплоемкость металлов. Анализ температурной зависимости теплопроводности диэлектриков и металлов.	2
15	5	Контрольная работа по разделу 5. Анализ результатов контрольной работы.	2
16	6	Анализ причин электросопротивления металлов и сплавов. Примеры использования метода электросопротивления в материаловедении	2
17	6	Практическое использование пьезоэлектриков и сегнетоэлектриков в технике	2
18	6	Контрольная работа по разделу 6. Анализ результатов контрольной работы.	2
19	7	Вывод выражения для диамагнитной восприимчивости и парамагнитной восприимчивости.	2
20	7	Анализ диамагнетизма и парамагнетизма металлов	2
21	7	Анализ факторов, влияющих на величину коэрцитивной силы ферромагнетиков.	2
22	7	Контрольная работа по разделу 7. Анализ результатов контрольной работы	2
23	8	Кристаллография мартенситных превращений. Термоупругие мартенситные превращения. Эффект памяти формы.	2
24	8	Контрольная работа по разделу 8. Анализ результатов контрольной работы.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
подготовка к экзамену	основная литература	36
Подготовка к лекционным занятиям. Изучение и повторение материала.	Основная литература	32
Подготовка к практическим занятиям	Основная литература, дополнительная литература [1]	48
Подготовка к зачету	основная литература	4

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Интерактивные формы обучения	Практические занятия и семинары	Проведение занятий в виде дискуссий и обсуждений	48

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Используются результаты научных исследований, проводимых на кафедрах материаловедения и физико-химии материалов

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-4 способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Текущий контроль (контрольная работа по разделу курса)	Список контрольных вопросов (заданий) по разделам курса
Все разделы	ПК-4 способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при	Текущий контроль (контрольные работы по разделам курса)	Список контрольных вопросов (заданий) по разделам курса

	их получении, обработке и модификации		
Все разделы	ОПК-4 способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Зачет	Список контрольных вопросов (заданий) для зачета
Все разделы	ПК-4 способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Зачет	Список контрольных вопросов (заданий) для зачета
Все разделы	ОПК-4 способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Экзамен	Список контрольных вопросов (заданий) к экзамену
Все разделы	ПК-4 способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Экзамен	Список вопросов (заданий) к экзамену

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Текущий контроль (контрольные работы по разделам курса)	В курсе предусмотрены 9 мероприятий текущего контроля (контрольных работ по разделам курса). Каждая контрольная работа содержит пять вопросов (заданий). На ответы отводится 45 минут. Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019г. №179). Максимальный балл за каждый вопрос (задание) составляет 2 балла. За правильный и полный ответ начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа и за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов. Рейтинг обучающегося по каждой контрольной работе рассчитывается как процентное отношение суммы начисленных баллов за каждый вопрос (задание) к максимально возможному баллу по контрольному мероприятию. Вес всех контрольных работ при расчете рейтинга по текущему контролю одинаков.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60% Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%
Зачет	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации (зачета). Используется балльно-рейтинговая система оценивания	Зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине больше или равно 60% Не зачтено: рейтинг обучающегося по

	<p>результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019г. №179). Письменный зачет проводится по вопросам разделов 1-3 курса. Билет включает 4 вопроса. Для подготовки ответов отводится 45 минут. Максимальный балл за каждый вопрос (задание) составляет 2 балла. За правильный и полный ответ начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа или за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов. Рейтинг обучающегося по зачету рассчитывается как процентное отношение суммы начисленных баллов за каждый вопрос (задание) к максимально возможному баллу по контрольному мероприятию. Рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается с учетом рейтинга по текущему контролю (с коэффициентом 0,6) и рейтинга обучающегося по зачету (с коэффициентом 0,4). Допускается определять рейтинг обучающегося по дисциплине только по результатам текущего контроля.</p>	<p>дисциплине менее 60%</p>
<p>Экзамен</p>	<p>На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации (экзамена). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019г. №179). Письменный экзамен проводится по вопросам разделов 4-8 курса. Билет включает 3 вопроса. Для подготовки ответов отводится 45 минут. Максимальный балл за каждый вопрос (задание) составляет 2 балла. За правильный и полный ответ начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа или за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов. Рейтинг обучающегося по экзамену рассчитывается как процентное отношение суммы начисленных баллов за каждый вопрос (задание) к максимально возможному баллу. Рейтинг по дисциплине рассчитывается с учетом рейтинга по текущему контролю (с коэффициентом 0,6) и рейтинга обучающегося по экзамену (с коэффициентом 0,4). Допускается определять рейтинг обучающегося по дисциплине только по результатам текущего контроля.</p>	<p>Отлично: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85-100% Хорошо: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75-84% Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60-74% Неудовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0-59%</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
<p>Текущий контроль (контрольные работы по разделам курса)</p>	<p>Вопросы (задания) к контрольным работам по разделам курса содержатся в прикрепленном файле Вопросы (задания) к контрольным работам по Ч.2 курса.doc; Вопросы (задания) к контрольным работам по Ч.1 курса.docx</p>

Зачет	Вопросы, выносимые на зачет, приведены в прикрепленном файле Вопросы к зачету по курсу ФТТ.doc
Экзамен	Вопросы, выносимые на экзамен, приведены в прикрепленном файле Вопросы (задания) к экзамену.docx

8. 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. Физика твердого тела Учеб. пособие для вузов, изучающих курс физики твердого тела И. К. Верещагин, С. М. Кокин, В. А. Никитенко и др.; Под ред. И. К. Верещагина. - 2-е изд, испр. - М.: Высшая школа, 2001. - 236,[1] с. ил.
3. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела [Текст] учеб. пособие для вузов по физическим и техническим направлениям Г. И. Епифанов. - Изд. 4-е, стер. - СПб. и др.: Лань, 2011. - 287,[1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Журавлев, Л. Г. Физические методы исследования металлов и сплавов Учеб. пособие для металлург. специальностей Л. Г. Журавлев, В. И. Филатов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003. - 164,[1] с. электрон. версия
2. Матухин, В. Л. Физика твердого тела [Текст] учеб. пособие В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - СПб. и др.: Лань, 2010. - 218 с. ил.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. С.В. Рущиц, А.С. Созыкина. Физика твердого тела. Учебное пособие, ЮУрГУ, 2018, 118 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. С.В. Рущиц, А.С. Созыкина. Физика твердого тела. Учебное пособие, ЮУрГУ, 2018, 118 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная	Гуртов В.А., Осауленко Р.Н. Физика твердого тела для инженеров. Учебное пособие https://e.lanbook.com/

		система издательства Лань	
2	Основная литература	Электронно- библиотечная система издательства Лань	Матухин, В.Л. Физика твердого тела. [Электронный ресурс] / В.Л. Матухин, Ермаков. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 224 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/262
3	Основная литература	Электронно- библиотечная система издательства Лань	Епифанов, Г.И. Физика твердого тела. [Электронный ресурс] — Электрон. д. — СПб. : Лань, 2011. — 288 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/
4	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	С.В. Рущиц, А.С. Созыкина. Физика твердого тела. Учебное пособие, ЮУрГУ, 2018, 118 с. https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000561429&dtype=F&etyp

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. 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	230б (1)	Компьютер, медиапроектор, экран
Лекции	230б (1)	Компьютер, медиапроектор, экран