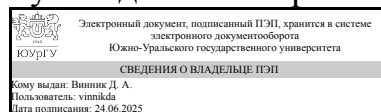


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



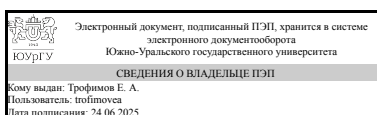
Д. А. Винник

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.01 Физика твердого тела
для направления 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

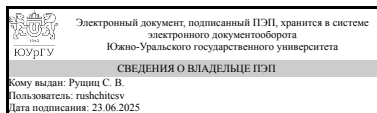
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 701

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



Е. А. Трофимов

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 кристаллической структуры. Основы дифракционного анализа. Типы связей в кристаллах. Металлы в приближении свободных электронов. Основы зонной теории твердых тел. Тепловые свойства твердых тел. Электрические свойства твердых тел. 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
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает: природу тепловых, электрических и магнитных свойств твердых тел, а также взаимосвязь между физическими свойствами вещества и его структурным состоянием. Умеет: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач и оценке физических свойств металлов и неметаллов. Имеет практический опыт: системный подход для решения поставленных задач прогнозирования свойств металлических и неметаллических материалов
ПК-1 Способен участвовать в проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оформлении результатов исследований в области материаловедения и технологии материалов	Знает: закономерности формирования физических и механических свойств металлических и неметаллических материалов Умеет: с позиций теоретических положений физики твердого тела и экспериментальных данных научно-исследовательских работ объяснять причины уникальных физических свойств металлических материалов Имеет практический опыт: участия в проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оформлении результатов исследований с анализом и прогнозированием свойств материалов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.17 Материаловедение	1.Ф.06 Компьютерное моделирование материалов и технологий,

	1.Ф.10 Специальные стали и сплавы, 1.Ф.02 Фазовые равновесия и структурообразование, 1.Ф.03 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
1.О.17 Материаловедение	Знает: материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий, их применение; цели и задачи проводимых исследований, структуры и свойств материалов и изделий из них; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации., :Основные группы и классы современных материалов, их свойств, области применения и принципы выбора эффективных и безопасных технологий их получения и обработки, физическую сущность явлений, происходящих в материалах; методы измерения и контроля свойств материалов и изделий из них; основы теории и практики термической и химико-термической обработки конструкционных и инструментальных материалов, принципы модификации металлических и неметаллических материалов и покрытий деталей и изделий,, металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, типовые способы объемного и поверхностного упрочнения ; основы теории и технологии термической и химико-термической обработки Умеет: выбирать методы проведения экспериментов по установлению зависимости между составом, строением и свойствами материалов, назначать способы обработки, обеспечивающие высокую надежность и долговечность изделий; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, по зависимости между составом, строением и свойствами материалов принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности по способам обработки материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, использовать закономерности фазовых превращений в материалах в расчетах свойств конструкционных и инструментальных материалов,, выбирать конструкционные и инструментальные материалы, в том числе с использованием информационных технологий

	для реализации типовых режимов термической и химико-термической обработки, Имеет практический опыт: проведения экспериментов по установлению зависимости между составом , строением и свойствами материалов, реализовывать на практике способы обработки, обеспечивающие высокую надежность и долговечность изделий; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии, использования в исследованиях и расчетах знания о технологических процессах термической и химико-термической обработки конструкционных и инструментальных материалов и принципов модификации металлических и неметаллических материалов и покрытий деталей и изделий; выбора металлических и неметаллических материалов для деталей машин, приборов и инструмента , в том числе с использованием информационных технологий , - выбора способа и технологического оборудования термической или химико-термической обработки;
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 113 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	64	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	103	51,5	51,5
Подготовка к экзамену	7	0	7
Подготовка к контрольным работам	47	17	30
Подготовка к практическим занятиям	26,5	26.5	0
подготовка к экзамену	8	8	0
подготовка к практическим занятиям	14,5	0	14.5
Консультации и промежуточная аттестация	17	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	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	10	6	4	0
2	Типы связей в кристаллах	6	4	2	0
3	Металлы в приближении свободных электронов	16	10	6	0
4	Основы зонной теории твердых тел	16	12	4	0
5	Тепловые свойства твердых тел	12	8	4	0
6	Электрические свойства твердых тел	14	10	4	0
7	Магнитные свойства твердых тел	14	10	4	0
8	Фазовые превращения	8	4	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол- во часов
1-3	1	Дифракция излучения на кристаллах. Построение Эвальда. Закон Вульфа-Брегга. Рентгеновская и электронная дифракция.	2
1-2	1	Обратная решетка как следствие трансляционной симметрии кристаллов.	2
1-1	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
2-2	2	Природа ковалентной связи. Металлическая связь. Особенности переходных металлов. Причины пластичности кристаллов с металлическим типом связи	2
2-1	2	Термодинамические условия образования кристаллов. Энергия связи. Природа ван-дер-ваальсовой связи. Ионная связь.	2
3-1	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
3-4	3	Электропроводность металлов в модели свободных электронов. Обоснование закона Ома.	2
3-3	3	Тепловое возбуждение электронного газа. Распределение Ферми-Дирака. Оценка доли электронов, способных к тепловому возбуждению. Теплоемкость электронного газа в модели свободных электронов.	2
3-2	3	Операторные уравнения. Нахождение энергии и импульса свободных электронов. Сфера Ферми и характеристики фермиевских электронов.	2
3-5	3	Экспериментальные данные об электропроводности металлов. Недостатки модели свободных электронов	2
4-1	4	Резюме по части 1 курса. Формулировка модели почти свободных электронов. Зоны Бриллюэна.	2
4-2	4	Условия дифракции электронов на ионной решетке.	2
4-6	4	Анализ зонной структуры реальных твердых тел	2
4-3	4	Энергетические зоны в модели почти свободных электронов.	2
4-5	4	Принципы заполнения энергетических зон. Металлы, диэлектрики, полупроводники.	2

4-4	4	Энергетические зоны сильносвязанных электронов	2
5-4	5	Следствия ангармонизма тепловых колебаний. Тепловое расширение. Механизмы теплопроводности диэлектриков и металлов.	2
5-3	5	Квантовые теории теплоемкости Эйнштейна и Дебая. Электронный вклад в теплоемкость металлов.	2
5-1	5	Тепловое движение ионов в кристаллах. Гармоническое и ангармоническое приближение. Экспериментальные данные о теплоемкости. Классическая теория теплоемкости диэлектриков и металлов, ее недостатки.	2
5-2	5	Квантово-механическое описание тепловых колебаний. Понятие фонона. Среднее число фононов и средняя энергия вантового осциллятора.	2
6-1	6	Выражение для электропроводности металлов в зонной теории. Причины электрического сопротивления металлов и сплавов. Закон Видемана-Франца	2
6-5	6	Пьезоэлектрики, пирозэлектрики и сегнетоэлектрики.	2
6-4	6	Механизмы поляризации диэлектриков.	2
6-2	6	Явление сверхпроводимости.	2
6-3	6	Собственная и примесная проводимость полупроводников.	2
7-5	7	Антиферромагнетизм и ферромагнетизм.	2
7-2	7	Природа и теории диамагнетизма и парамагнетизма. Парамагнетизм электронного газа.	2
7-1	7	Природа магнитных моментов вещества. Классификация магнетиков.	2
7-4	7	Ферромагнитные домены. Процессы намагничивания и размагничивания ферромагнетиков. Магнитная анизотропия и магнитострикция.	2
7-3	7	Природа ферромагнетизма. Обменное взаимодействие. Температура Кюри.	2
23	8	Фазовые превращения I и II рода	2
24	8	Реконструктивные и сдвиговые фазовые превращения	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Задачи по дифракции излучения на кристаллах. Контрольная работа по разделу 1	2
1-1	1	Построение примитивных ячеек простейших пространственных решеток. Построение обратных решеток.	2
2-1	2	Анализ влияния типа межатомных взаимодействий в кристаллах на физические и механические свойства кристаллов. Контрольная работа по теме 2	2
3-3	3	Контрольная работа по разделу 3	2
3-2	3	Расчет средней энергии обобществленных электронов. Тепловые свойства электронного газа.	2
3-1	3	Нахождение энергии и импульса свободных электронов. Получение выражения для радиуса сферы Ферми. Расчет характеристик фермиевских электронов.	2
4-2	4	Анализ зонной структуры реальных твердых тел. Контрольная работа по разделу 4	2
4-1	4	Построение зон Бриллюэна простейших кристаллических решеток.	2
5-2	5	Анализ электронного вклада в теплоемкость металлов. Анализ температурной зависимости теплопроводности диэлектриков и металлов. Контрольная работа по разделу 5.	2
5-1	5	Расчет среднего числа фононов при заданной температуре.. Анализ зависимости энергии квантового осциллятора от температуры.	2

6-2	6	Практическое использование пьезоэлектриков и сегнетоэлектриков в технике. Контрольная работа по разделу 6	2
6-1	6	Анализ причин электросопротивления металлов и сплавов. Примеры использования метода электросопротивления в материаловедении	2
7-2	7	Контрольная работа по разделу 7. Анализ результатов контрольной работы	2
7-1	7	Анализ факторов, влияющих на величину коэрцитивной силы ферромагнетиков. Примеры магнитных методов исследования структурного состояния.	2
8-2	8	Контрольная работа по разделу 8.	2
8-1	8	Кристаллография мартенситных превращений в сплавах железа. Термоупругие мартенситные превращения. Практическое применение эффекта памяти формы.	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	Основная литература	6	7
Подготовка к контрольным работам	Основная литература	5	17
Подготовка к практическим занятиям	Основная и дополнительная литература	5	26,5
Подготовка к контрольным работам	Основная литература	6	30
подготовка к экзамену	Основная литература	5	8
подготовка к практическим занятиям	Основная и дополнительная литература	6	14,5

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	5	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 1	1	10	Контрольная работа содержит пять вопросов (заданий). 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. Вес контрольной работы равен 1.	экзамен

2	5	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 2	1	10	Контрольная работа содержит пять вопросов (заданий). 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. Вес контрольной работы равен 1.	экзамен
3	5	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 3	1	10	Контрольная работа содержит пять вопросов (заданий). 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. Вес контрольной работы равен 1.	экзамен
4	5	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 4	1	10	Контрольная работа содержит пять вопросов (заданий). 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. Вес контрольной работы равен 1.	экзамен
5	5	Промежуточная аттестация	экзамен	-	6	Письменный экзамен проводится по вопросам разделов 1-4 курса. Контрольное мероприятие включает 3 вопроса(задания). 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.	экзамен
6	6	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 5	1	10	Контрольная работа содержит пять вопросов (заданий). 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. Вес контрольной работы равен 1.	экзамен
7	6	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 6	1	10	Контрольная работа содержит пять вопросов (заданий). 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. Вес контрольной работы равен 1.	экзамен

8	6	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 7	1	10	Контрольная работа содержит пять вопросов (заданий). 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. Вес контрольной работы равен 1.	экзамен
9	6	Текущий контроль	контрольная работа по разделу 8	1	10	Контрольная работа содержит пять вопросов (заданий). 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. Вес контрольной работы равен 1.	экзамен
11	6	Промежуточная аттестация	экзамен	-	6	Письменный экзамен проводится по вопросам разделов 5-8 курса. Контрольное мероприятие включает 3 вопроса(задания). 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.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающегося по дисциплине на основе его рейтинга по контрольно-рейтинговым мероприятиям текущего контроля. Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности, утвержденная приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. (в редакции приказов от 10.03.2022 № 25-13/09, от 02.09.2024 № 158-13/09). Для улучшения своего рейтинга обучающийся вправе пройти контрольное мероприятие в рамках экзамен. В этом случае рейтинг по дисциплине рассчитывается как сумма рейтинга по текущему контролю (с коэффициентом 0,6) и рейтинга обучающегося по экзамену (с коэффициентом 0,4). Контрольное мероприятие в рамках экзамена включает 3 вопроса (задания). Для подготовки ответов отводится 45 минут. Рейтинг обучающегося по экзамену рассчитывается как процентное отношение суммы начисленных баллов за каждый вопрос (задание) к максимально возможному баллу. Оценка за дисциплину формируется на основе величины рейтинга обучающегося по дисциплине: "Отлично" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %; "Хорошо" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %;	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	"Удовлетворительно" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; "Неудовлетворительно" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающегося по дисциплине на основе его рейтинга по контрольно-рейтинговым мероприятиям текущего контроля. Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности, утвержденная приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. (в редакции приказов от 10.03.2022 № 25-13/09, от 02.09.2024 № 158-13/09). Для улучшения своего рейтинга обучающийся вправе пройти контрольное мероприятие в рамках экзамен. В этом случае рейтинг по дисциплине рассчитывается как сумма рейтинга по текущему контролю (с коэффициентом 0,6) и рейтинга обучающегося по экзамену (с коэффициентом 0,4). Контрольное мероприятие в рамках экзамена включает 3 вопроса (задания). Для подготовки ответов отводится 45 минут. Рейтинг обучающегося по экзамену рассчитывается как процентное отношение суммы начисленных баллов за каждый вопрос (задание) к максимально возможному баллу. Оценка за дисциплину формируется на основе величины рейтинга обучающегося по дисциплине: "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 %.	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	7	8	9	11
УК-1	Знает: природу тепловых, электрических и магнитных свойств твердых тел, а также взаимосвязь между физическими свойствами вещества и его структурным состоянием.				+	+	+	+	+	+	+
УК-1	Умеет: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач и оценке физических свойств металлов и неметаллов.	+	+	+			+	+	+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: системный подход для решения поставленных задач прогнозирования свойств металлических и неметаллических материалов	+	+				+	+	+	+	+
ПК-1	Знает: закономерности формирования физических и механических свойств металлических и неметаллических материалов						+	+	+	+	
ПК-1	Умеет: с позиций теоретических положений физики твердого тела и экспериментальных данных научно-исследовательских работ объяснять причины уникальных физических свойств металлических материалов							+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: участия в проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оформлении результатов исследований с анализом и прогнозированием свойств материалов								+	+	+

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. 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.

б) дополнительная литература:

1. 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.
2. Журавлев, Л. Г. Физические методы исследования металлов и сплавов Учеб. пособие для вузов по специальности 110500 "Металловедение и термич. обраб. металлов" Л. Г. Журавлев, В. И. Филатов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела. - 2-е изд. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 164, [1] с.

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

1. Физика металлов и металловедение науч.-техн. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние общ. физики и астрономии, Урал. отд-ние РАН журнал. - Екатеринбург, 1955-

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	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

Перечень используемого программного обеспечения:

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

3. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ"
(<https://edu.susu.ru>)(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	230б (1)	компьютер, медиапроектор, экран
Лекции	230б (1)	компьютер, медиапроектор, экран