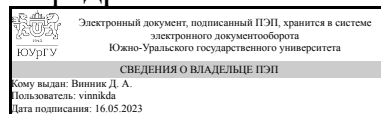


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



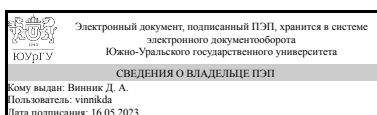
Д. А. Винник

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.15.01 Металлофизика и физические свойства металлов  
для направления 22.03.02 Metallurgy  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Металловедение и термическая обработка металлов  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

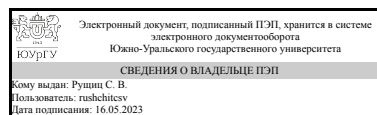
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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 явлениях, отвечающих за устойчивость твердых тел, об особенностях металлического состояния и формировании тепловых, электрических и магнитных свойств металлических материалов

## Краткое содержание дисциплины

Типы связей в кристаллах. Металлы в приближении свободных электронов. Основы зонной теории твердых тел. Тепловые свойства металлов. Электрические свойства металлов. Магнитные свойства металлов.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                         | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Способен разрабатывать типовые технические процессы в области материаловедения и технологии материалов | Знает: Основы физики металлов и природу их физических свойств<br>Умеет: Анализировать поведение металлов на основе металлофизических подходов<br>Имеет практический опыт: Определения физических свойств металлов (электрических, магнитных и т.п.). |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана      | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Кристаллография,<br>Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр) | Методы определения элементного состава,<br>Принципы неразрушающих методов контроля,<br>Способы поверхностного упрочнения сталей и сплавов,<br>Методы структурных исследований,<br>Технология термической обработки,<br>Теория термической обработки металлов,<br>Современное термическое оборудование,<br>Легкие сплавы,<br>Конструкционные и инструментальные стали,<br>Автоматизация и механизация термического производства,<br>Диффузионное насыщение поверхности изделий,<br>Производственная практика (преддипломная) (10 семестр) |

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

| Дисциплина      | Требования                               |
|-----------------|------------------------------------------|
| Кристаллография | Знает: основные понятия, законы и модели |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>кристаллографии, основы дифракционной кристаллографии, основные законы кристаллографии, кристаллохимии и минералогии</p> <p>Умеет: применять основные законы кристаллохимии для анализа свойств минеральных объектов металлургического производства, обусловленных их кристаллической структурой, химическим и минеральным составом, проводить анализ результатов научно-исследовательских работ по определению свойств материалов с использованием знаний основных законов кристаллохимических фазовых превращений</p> <p>Имеет практический опыт: расчета параметров реальных кристаллических структур, участия в проведении научно-исследовательских работ с анализом и оформлением результатов кристаллографических исследований в области материаловедения и технологии материалов</p>                                |
| Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр) | <p>Знает: Типовые технологические процессы термической обработки материалов, основные виды опасных и вредных производственных факторов, их действие на организм человека, нормирование и меры защиты от них, основные виды чрезвычайных ситуаций военного, природного и техногенного характера, алгоритмы поиска оптимальных способов решения задач в рамках поставленной цели;</p> <p>Умеет: Выбирать типовые технологические процессы обработки изделий, оценивать факторы риска, поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, выбирать методы решения задач, необходимых для достижения поставленной цели исследования</p> <p>Имеет практический опыт: Знакомства с типовыми процессами термической обработки, навыками оказания первой помощи, моделирования физических, химических и технологических процессов</p> |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                 | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                    |             | Номер семестра                     |
|                                                    |             | 7                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                      | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                         | 12          | 12                                 |
| Лекции (Л)                                         | 8           | 8                                  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды | 4           | 4                                  |

|                                          |       |       |
|------------------------------------------|-------|-------|
| аудиторных занятий (ПЗ)                  |       |       |
| Лабораторные работы (ЛР)                 | 0     | 0     |
| Самостоятельная работа (СРС)             | 89,75 | 89,75 |
| Выполнение контрольных заданий           | 49    | 49    |
| Подготовка к занятиям                    | 20    | 20    |
| Подготовка к зачету                      | 20,75 | 20,75 |
| Консультации и промежуточная аттестация  | 6,25  | 6,25  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | -     | зачет |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                          | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                           | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Типы связей в кристаллах. Особенности металлической связи | 1                                         | 1 | 0  | 0  |
| 2         | Металлы в приближении свободных электронов                | 1                                         | 1 | 0  | 0  |
| 3         | Основы зонной теории                                      | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 4         | Тепловые свойства металлов                                | 2                                         | 1 | 1  | 0  |
| 5         | Электрические свойства металлов                           | 2                                         | 1 | 1  | 0  |
| 6         | Магнитные свойства металлов                               | 4                                         | 2 | 2  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                 | Кол-во часов |
|----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Термодинамические условия образования кристаллов. Энергия связи. Природа ван-дер-ваальсовой, ионной, ковалентной и металлической связи. Особенности переходных металлов. Причины пластичности кристаллов с металлическим типом связи.                                                                   | 1            |
| 1        | 2         | Формулировка модели свободных электронов. Волновая функция свободного электрона. Граничные условия. Выражение для разрешенных значений волновых векторов. Энергия и импульс свободных электронов. Сфера Ферми и энергия Ферми. Свойства фермиевских электронов. Тепловое возбуждение электронного газа. | 1            |
| 2        | 3         | Энергетические зоны в модели почти свободных электронов. Энергетические зоны сильно связанных электронов. Принципы заполнения энергетических зон. Металлы, диэлектрики, полупроводники.                                                                                                                 | 2            |
| 3        | 4         | Экспериментальные данные о теплоемкости твердых тел. Классическая и квантовая теория теплоемкости. Электронный вклад в теплоемкость металлов.                                                                                                                                                           | 1            |
| 3        | 5         | Связь между электропроводностью металлов и площадью поверхности Ферми. Причины электросопротивления металлов.                                                                                                                                                                                           | 1            |
| 4        | 6         | Носители магнитных моментов в веществе. Природа диамагнетизма, парамагнетизма и ферромагнетизма. Антиферро- и ферримагнетики. Жоменная структура ферромагнетиков. Процессы намагничивания и размагничивания ферромагнетиков. Факторы, определяющие величину коэрцитивной силы                           | 2            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара    | Кол-во часов |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 4         | Метод дилатометрии в изучении фазовых превращений.                     | 1            |
| 1         | 5         | Метод электросопротивления изучения фазовых и структурных превращений. | 1            |
| 2         | 6         | Магнитные методы исследования                                          | 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 |
| Выполнение контрольных заданий | Основная и дополнительная литература                                       | 7       | 49           |
| Подготовка к занятиям          | Основная и дополнительная литература                                       | 7       | 20           |
| Подготовка к зачету            | Основная и дополнительная литература                                       | 7       | 20,75        |

## 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    | 7        | Текущий контроль | Контрольная работа №1             | 1   | 6          | Контрольная работа содержит 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. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес контрольной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1. | зачет            |
| 2    | 7        | Текущий          | Контрольная                       | 1   | 6          | Контрольная работа содержит 3 вопроса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | зачет            |

|   |   |                  |                       |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |
|---|---|------------------|-----------------------|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   | контроль         | работа №2             |   |   | (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. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес контрольной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1.                                       |       |
| 3 | 7 | Текущий контроль | Контрольная работа №3 | 1 | 6 | Контрольная работа содержит 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. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес контрольной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1. | зачет |
| 4 | 7 | Текущий контроль | Контрольная работа №4 | 1 | 6 | Контрольная работа содержит 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. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес контрольной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1. | зачет |
| 5 | 7 | Текущий контроль | Контрольная работа №5 | 1 | 6 | Контрольная работа содержит 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | зачет |

|   |   |                          |       |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |
|---|---|--------------------------|-------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |       |   |   | грубыми ошибками - 0 баллов. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес контрольной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1.                                                                             |       |
| 6 | 7 | Промежуточная аттестация | зачет | - | 6 | Зачет проводится по вопросам всех разделов курса. Билет включает 3 вопроса.. 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. | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающегося по дисциплине на основе его рейтинга по мероприятиям текущего контроля. Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности, утвержденная приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Для улучшения своего рейтинга обучающийся вправе пройти контрольное мероприятие в рамках зачета. 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). Зачет проводится письменно.. Билет включает 3 вопроса. Для подготовки ответов отводится 45 минут. Рейтинг обучающегося по зачету рассчитывается как процентное отношение суммы начисленных баллов за каждый вопрос (задание) к максимально возможному баллу. | 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 |
| ПК-1        | Знает: Основы физики металлов и природу их физических свойств                | +    | + | + | + | + | + |
| ПК-1        | Умеет: Анализировать поведение металлов на основе металлофизических подходов |      |   |   |   | + | + |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: Определения физических свойств металлов             |      |   |   |   | + | + |

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. 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

#### б) дополнительная литература:

1. 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. Конспект лекций в виде презентации

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Конспект лекций в виде презентации

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|---------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ливанов Д.В. Физика металлов. Издательство "МИСИС". 2006, 280 с.<br><a href="http://e.lanbook.com/book/1827">http://e.lanbook.com/book/1827</a>                                                                                                                       |
| 2 | Основная литература | Электронный каталог ЮУрГУ                         | С.В. Рущиц, А.С. Созыкина. Физика твердого тела. Учебное пособие, ЮУрГУ 2018, 118 с.<br><a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000561429&amp;dtype=F&amp;etyp">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000561429&amp;dtype=F&amp;etyp</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. 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 | 2306<br>(1) | компьютер, медиапроектор, экран                                                                                                                  |
| Лекции                          | 2306<br>(1) | компьютер, медиапроектор, экран                                                                                                                  |