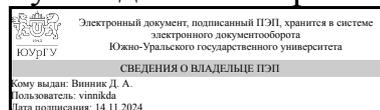


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



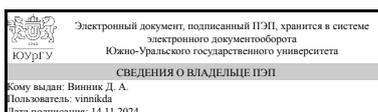
Д. А. Винник

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.14 Дефекты кристаллического строения  
для направления 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов**

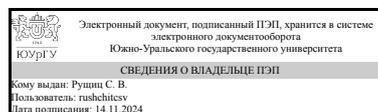
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 701

Зав.кафедрой разработчика,  
д.хим.н., проф.



Д. А. Винник

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



С. В. Рушниц

## 1. Цели и задачи дисциплины

– формирование у студентов фундаментальных знаний о внутреннем строении реальных кристаллических материалов, о видах, структуре и свойствах различных дефектов кристаллического строения, определяющих свойства металлов и сплавов - подготовка студентов (бакалавров) к решению типовых задач экспериментально-исследовательской и производственно-технологической деятельности, связанной с разработкой конструкционных материалов и способов их производства и обработки, с целью получения необходимого уровня технологических и эксплуатационных свойств

## Краткое содержание дисциплины

- освоение студентами основных понятий о дефектах кристаллического строения (ДКС), влияния ДКС на механические и физические свойства кристаллических материалов - знание кристаллографических особенностей ДКС, моделей дефектов кристаллического строения - знакомство с экспериментальными методами (прежде всего дифракционными) изучения дефектов кристаллического строения

## 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: основные понятия, модели и дефекты кристаллического строения Умеет: применять основные законы кристаллохимии для анализа дефектов кристаллического строения

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.09.01 Алгебра и геометрия, 1.Ф.13 Кристаллография и минералогия	1.Ф.02 Физика твердого тела, 1.Ф.11 Наноматериалы, 1.Ф.03 Фазовые равновесия и структурообразование, 1.Ф.06 Практикум по виду профессиональной деятельности, 1.Ф.04 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.09.01 Алгебра и геометрия	Знает: базовые понятия, необходимые для решения задач линейной алгебры и аналитической геометрии, освоения других

	<p>дисциплин и самостоятельного приобретения знаний; источники самостоятельного получения новых знаний по математике; базовые понятия, необходимые для решения задач алгебры и геометрии, и самостоятельного приобретения знаний; источники самостоятельного получения новых знаний по математике</p> <p>Умеет: самостоятельно составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; обнаруживать недостаток знаний для решения поставленной задачи; самостоятельно составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; обнаруживать недостаток знаний для решения поставленной задачи</p> <p>Имеет практический опыт: планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; навыками поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний; планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; навыками поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний.</p>
1.Ф.13 Кристаллография и минералогия	<p>Знает: основные понятия, законы и модели 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>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 56,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоемкость дисциплины	144	144

<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,75	87,75
Подготовка к контрольным работам, зачету	50	50
Изучение разделов курса, вынесенных на самостоятельное освоение	37,75	37,75
Консультации и промежуточная аттестация	8,25	8,25
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	Кристаллическое строение твердых тел	12	8	4	0
2	Точечные дефекты и процессы диффузии	10	6	4	0
3	Дислокации	16	12	4	0
4	Роль дислокаций в процессах пластической деформации	6	4	2	0
5	Поверхностные дефекты	4	2	2	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в курс. Общие представления о дефектах кристаллического строения и их роли в процессах формирования свойств материалов	2
2	1	Основные типы кристаллических решеток и их характеристики. Модель жестких сфер. Атомные радиусы, Коэффициент компактности упаковки.	2
3	1	Типы и размер пор в кристаллических структурах.	2
4	1	Особенности кристаллического строения сплавов. Твердые растворы. Промежуточные фазы. Диаграммы состояния сплавов	2
5	2	Классификация ДКС. Виды точечных дефектов. Миграция вакансий. Миграция межузельных атомов. Источники и стоки точечных дефектов. Термодинамика точечных дефектов. Равновесная и сверхравновесная концентрация вакансий.	2
6	2	Процессы диффузии. Первый и второй закон Фика.	2
7	2	Механизмы диффузии в твердых растворах замещения и внедрения.	2
8	3	Сдвиговый механизм пластической деформации. Теоретическая прочность бездефектных кристаллов. Понятие дислокации.	2
9	3	Краевые и винтовые дислокации. Вектор Бюргерса дислокаций. Особенности скольжения дислокаций. Положительные и отрицательные дислокации. Аннигиляция дислокаций противоположного знака.	2
10	3	Переползание краевых дислокаций. Поперечное скольжение винтовых дислокаций. Смешанные дислокации и дислокационные петли.	2
11	3	Сопrotивление движению дислокаций со стороны кристаллической решетки. Напряжение Пайрлса. Сила, действующая на дислокацию со стороны	2

		внешних напряжений. Поля напряжений вокруг дислокаций. Энергия дислокаций. Сила натяжения дислокационной линии.	
12	3	Размножение дислокаций. Источник Франка-Рида. Плоские скопления дислокаций. Плотность дислокаций.	2
13	3	Упругое взаимодействие дислокаций. Пересечение дислокаций. Расщепление дислокаций. Образование сидячих дислокаций. Механическое двойникование.	2
14	4	Общий принцип и механизмы упрочнения материалов. Деформационное (дислокационное) упрочнение. Твердорастворное упрочнение.	2
15	4	Дисперсионное упрочнение. Зернограничное упрочнение.	2
16	5	Поверхностные дефекты. Внешние поверхности и границы зерен. Большеугловые и малоугловые границы. Двойниковые границы. Дефекты упаковки. Межфазные границы.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Расчет атомных радиусов, коэффициента компактности упаковки, размера пор в модели жестких сфер.	2
2	1	Законы укладки плотноупакованных слоев в ГЦК и ГПУ структурах.	2
3	2	Расчет равновесной концентрации вакансий. Методы определения энергии образования вакансий. Анализ методов получения сверхравновесной концентрации вакансий.	2
4	2	Решение диффузионных задач. Анализ процессов цементации стали.	2
5	3	Оценка теоретической прочности кристаллов, Оценка напряжений Пайерлса и напряжений срабатывания источников Франка-Рида.	2
6	3	Определение векторов Бюргерса дислокаций в ОЦК и ГЦК структурах. Расщепление дислокаций в ГЦК структурах. Примеры дислокационных реакций.	2
7	4	Анализ реализации различных механизмов упрочнения в сталях и сплавах. Оценка вкладов различных механизмов упрочнения в прочности сталей	2
8	5	Методы определения размера зерен в поликристаллах	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 контрольным работам, зачету	Основная и дополнительная литература	3	50
Изучение разделов курса, вынесенных на самостоятельное освоение	Основная литература	3	37,75

## 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	Учи-тыва-ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 1	1	6	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022).</p> <p>Контрольная состоит из трех вопросов, за ответы на которые студент может получить максимум 2(два) балла:                  2 балла - абсолютно правильное решение;                  1 балла - решение с не принципиальными ошибками;                  0 баллов - неправильное решение или отсутствие решения;</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.                  Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>	зачет
2	3	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 2	1	6	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022).</p> <p>Контрольная состоит из трех вопросов, за ответы на которые студент может получить максимум 2(два) балла:                  2 балла - абсолютно правильное решение;                  1 балла - решение с не принципиальными ошибками;                  0 баллов - неправильное решение или отсутствие решения;</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.                  Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>	зачет
3	3	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу "3	1	6	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022).</p> <p>Контрольная состоит из трех вопросов, за ответы на которые студент может</p>	зачет

						получить максимум 2(два) балла: 2 балла - абсолютно правильное решение; 1 балла - решение с непринципиальными ошибками; 0 баллов - неправильное решение или отсутствие решения; Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.	
4	3	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 4	1	6	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022). Контрольная состоит из трех вопросов, за ответы на которые студент может получить максимум 2(два) балла: 2 балла - абсолютно правильное решение; 1 балла - решение с непринципиальными ошибками; 0 баллов - неправильное решение или отсутствие решения; Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.	зачет
5	3	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 5	1	6	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022). Контрольная состоит из трех вопросов, за ответы на которые студент может получить максимум 2(два) балла: 2 балла - абсолютно правильное решение; 1 балла - решение с непринципиальными ошибками; 0 баллов - неправильное решение или отсутствие решения; Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.	зачет
6	3	Текущий контроль	Самостоятельная работа по разделу 1	1	3	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022). Самостоятельная работа состоит из решения задачи. Номер варианта задачи совпадает с номером студента в группе. За решение студент может	зачет

						<p>получить максимум 3(три) балла:  3 баллов - абсолютно правильное решение с объяснениями;  2 балла - решение с непринципиальными ошибками;  1 балла - неполное решение;  0 баллов - решение с грубыми ошибками или отсутствие решения  Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.  Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>	
7	3	Текущий контроль	Самостоятельная работа по разделу 2	1	3	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022).  Самостоятельная работа состоит из решения задачи. Номер варианта задачи совпадает с номером студента в группе. За решение студент может получить максимум 3(три) балла:  3 баллов - абсолютно правильное решение с объяснениями;  2 балла - решение с непринципиальными ошибками;  1 балла - неполное решение;  0 баллов - решение с грубыми ошибками или отсутствие решения  Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.  Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>	зачет
8	3	Текущий контроль	Самостоятельная работа по разделу 3	1	3	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022).  Самостоятельная работа состоит из решения задачи. Номер варианта задачи совпадает с номером студента в группе. За решение студент может получить максимум 3(три) балла:  3 баллов - абсолютно правильное решение с объяснениями;  2 балла - решение с непринципиальными ошибками;  1 балла - неполное решение;  0 баллов - решение с грубыми ошибками или отсутствие решения  Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.  Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>	зачет

9	3	Текущий контроль	Самостоятельная работа по разделу 4	1	3	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022).</p> <p>Самостоятельная работа состоит из решения задачи. Номер варианта задачи совпадает с номером студента в группе. За решение студент может получить максимум 3(три) балла:  3 баллов - абсолютно правильное решение с объяснениями;  2 балла - решение с непринципиальными ошибками;  1 балла - неполное решение;  0 баллов - решение с грубыми ошибками или отсутствие решения</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.  Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>	зачет
10	3	Текущий контроль	Самостоятельная работа по разделу 5	1	3	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022).</p> <p>Самостоятельная работа состоит из решения задачи. Номер варианта задачи совпадает с номером студента в группе. За решение студент может получить максимум 3(три) балла:  3 баллов - абсолютно правильное решение с объяснениями;  2 балла - решение с непринципиальными ошибками;  1 балла - неполное решение;  0 баллов - решение с грубыми ошибками или отсутствие решения</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.  Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>	зачет
11	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	6	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 и № 25-13/09 от 10.03.2022).</p> <p>Показатели оценивания:  5 баллов - правильный ответ на вопрос;  4, 3 балла - неполный ответ на вопрос, в ответе содержатся неточности;  2 балла - неверный ответ;  0 баллов- отсутствие ответа.</p>	зачет

					Максимальное количество баллов за вопросы - 10. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.	
--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	К зачету допускаются студенты, у которых зачтены все КРМ текущего контроля. На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Если текущего рейтинга не хватает или студент желает повысить рейтинг по дисциплине, то проводится промежуточная аттестация (зачет) в устной форме: в билете 2 вопроса, время на подготовку 20 минут.	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	10	11
УК-1	Знает: основные понятия, модели и дефекты кристаллического строения	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-1	Умеет: применять основные законы кристаллохимии для анализа дефектов кристаллического строения					+			+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

- Новиков, И. И. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки Учеб. для вузов по спец. "Металловедение, оборудование и технология термической обработки металлов". - М.: Металлургия, 1990. - 336 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

- Окишев, К. Ю. Кристаллохимия и дефекты кристаллического строения [Текст] учеб. пособие К. Ю. Окишев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 96, [1] с. электронная версия

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

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Аникина, В.И. Основы кристаллографии и дефекты кристаллического строения : практикум / В. И. Аникина, А. С. Сапарова. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. – 148 с.

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

1. Аникина, В.И. Основы кристаллографии и дефекты кристаллического строения : практикум / В. И. Аникина, А. С. Сапарова. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. – 148 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Мирзаев, Д. А. Основы теории дефектов, прочности и пластичности кристаллов : учеб. пособие по направлениям "Физика", "Приклад. механика", "Металлургия" и "Материаловедение" / Д. А. Мирзаев, К. Ю. Окишев ; - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 335 с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD1&amp;key=000545816">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD1&amp;key=000545816</a>

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:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	302 (1)	Компьютерная техника, MicroSoft Office, Adobe Acrobat Reader
Практические занятия и семинары	314 (1)	Компьютерная техника, MicroSoft Office, Adobe Acrobat Reader, медиа-комплекс