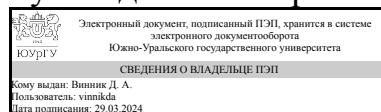


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



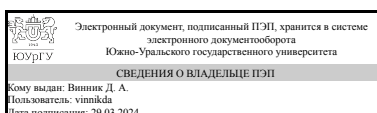
Д. А. Винник

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.02 Фазовые и структурные превращения
для направления 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

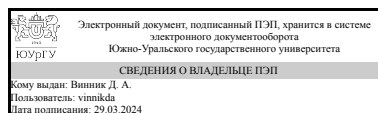
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 306

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



Д. А. Винник

Разработчик программы,
д.хим.н., доц., заведующий
кафедрой



Д. А. Винник

1. Цели и задачи дисциплины

Подробно познакомить студентов с основными видами фазовых и структурных превращениях в материалах, с их структурными и кинетическими закономерностями, методами их количественного прогнозирования.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя описание ряда наиболее важных превращений в материалах (диффузионный и бездиффузионный рост фаз, коалесценцию, эвтектоидный распад, мартенситное превращение и т.п.).

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен разрабатывать новые конструкционные и функциональные материалы для продукции высокотехнологичных производств	Знает: механизмы, кинетические закономерности и модели фазовых и структурных превращений в металлических материалах, включая превращения при закалке и отпуске сталей Умеет: анализировать факторы, определяющие структуру и свойства материалов после различных видов термической обработки Имеет практический опыт: использования математических моделей для предсказания структуры и механических свойств материалов после различных видов термической обработки
ПК-3 Способен разрабатывать инновационные технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	Умеет: прогнозировать влияние режимов инновационных технологических процессов термической обработки на структуру и свойства материалов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.07 Современные методы исследования структуры материалов, 1.Ф.10 Перспективные композиционные материалы	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.10 Перспективные композиционные материалы	Знает: методы получения композиционных материалов, основные группы композиционных материалов, механизмы формирования их механических и физических свойств, перспективные направления их дальнейшей

	разработки Умеет: обосновывать выбор композиционных материалов для изделий высокотехнологических производств Имеет практический опыт:
1.Ф.07 Современные методы исследования структуры материалов	Знает: приборную базу, возможности и методы оптической, зондовой, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии Умеет: использовать методы исследования структуры для оценки качества термической обработки изделий, выполнять структурные исследования с использованием оптической и сканирующей электронной микроскопии Имеет практический опыт: подготовки образцов для структурных исследований, работы на оптическом и сканирующем электронном микроскопе

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 78,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	4
Общая трудоёмкость дисциплины	144	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	68	32	36
Лекции (Л)	28	16	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	40	16	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	65,25	35,75	29,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	45,25	27,75	17,5
Подготовка к зачёту	8	8	0
Подготовка к экзамену	12	0	12
Консультации и промежуточная аттестация	10,75	4,25	6,5
Вид 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	Общие сведения о фазовых и структурных превращениях	6	2	4	0
2	Диффузионный распад переохлаждённого аустенита сталей	16	4	12	0
3	Мартенситные и бейнитные превращения	18	10	8	0
4	Отпуск мартенсита	8	4	4	0

5	Преобразования в сталях при нагреве	8	4	4	0
6	Практика термической обработки сталей	12	4	8	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Общие сведения о фазовых и структурных превращениях.	2
2	2	Механизмы диффузионного распада переохлаждённого аустенита	2
3	2	Кинетические закономерности диффузионного распада аустенита.	2
4	3	Механизм и основные особенности мартенситных превращений.	2
5	3	Кристаллогеометрия мартенситного превращения.	2
6	3	Морфологии мартенсита в сплавах железа.	2
7	3	Влияние пластической деформации на мартенситные превращения.	2
8	3	Бейнитное превращение	2
9	4	Фазовые и структурные превращения при отпуске мартенсита сталей. Их влияние на механические свойства.	4
10	5	Последовательность процессов при аустенитизации. Рост зерна аустенита. Структурная наследственность.	4
11	6	Отжиг сталей. Закалка сталей. Закаливаемость и прокаливаемость.	2
12	6	Дефекты легированных сталей.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Критические точки сталей. Классификация легирующих элементов. Фазы в легированных сталях (альфа- и гамма-твёрдые растворы, карбиды, интерметаллиды).	2
2	1	Методы экспериментального изучения фазовых и структурных превращений. Изотермические и термокинетические диаграммы превращений.	2
3	2	Влияние температуры превращения на состав фаз и структуру перлита. Изменение структуры перлита при нагреве ниже A_{c1} .	2
4	2	Особенности диффузионного распада в до- и заэвтектоидных сталях. Влияние ЛЭ, размера зерна и пластической деформации на диффузионный распад. Механические свойства продуктов диффузионного распада аустенита.	4
5	2	Уравнение Аврами и методы нахождения его коэффициентов. Исчерпание мест зарождения. Скорость бездиффузионного и диффузионного роста фазы. Скорость роста эвтектоидных колоний. Скорость зарождения (гомогенного и гетерогенного). Природа С-образного характера кинетики. Связь кинетики превращения в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении.	6
6	3	Мартенситные кривые. Формула Койстинена – Марбургера. Термодинамика МП. Прямое и обратное МП.	2
7	3	Автокатализ и причины остановки МП. Термоупругое равновесие. Влияние хим. состава аустенита и размера зерна на МП.	2
8	3	Механические свойства мартенсита. Термическая стабилизация аустенита. Разновидности кинетики МП.	2
9	3	Схема Олсона – Козна. Трип-эффект. Сверхупругость и память формы.	2
10	4	Преобразования при отпуске. Эволюция карбидной фазы при отпуске.	2

		Изменение механических свойств при отпуске.	
11	4	Влияние ЛЭ на процессы отпуска. Вторичное твердение и вторичная закалка. Отпускная хрупкость.	2
12	5	Влияние скорости нагрева на образование аустенита. Влияние частиц второй фазы и ЛЭ на рост зерна аустенита.	4
13	6	Виды отжига I и II рода до- и заэвтектоидных сталей. Температуры нагрева при отжиге и закалке. Выбор охлаждающей среды при закалке.	2
14	6	Методы экспериментальной и расчётной оценки прокаливаемости сталей.	2
15	6	Внутренние напряжения при закалке. Способы закалки. Виды отпуска закалённых сталей.	2
16	6	Противофлоккенная обработка сталей.	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
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	Попов А.А. Фазовые и структурные превращения в металлических сплавах. - УрФУ, 2018.	4	17,5
Подготовка к зачёту	Попов А.А. Фазовые и структурные превращения в металлических сплавах. - УрФУ, 2018.	3	8
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	Попов А.А. Фазовые и структурные превращения в металлических сплавах. - УрФУ, 2018.	3	27,75
Подготовка к экзамену	Попов А.А. Фазовые и структурные превращения в металлических сплавах. - УрФУ, 2018.	4	12

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	3	Текущий контроль	Входной контроль знаний	1	25	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания	зачет

						результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 5; оценки суммируются.	
2	3	Текущий контроль	Основные закономерности фазовых и структурных превращений	1	25	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 5; оценки суммируются.	зачет
3	3	Текущий контроль	Диффузионный распад аустенита	1	25	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 5; оценки суммируются.	зачет
4	3	Текущий контроль	Мартенситные превращения (часть 1)	1	25	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 5; оценки суммируются.	зачет
5	3	Промежуточная аттестация	Зачёт	-	100	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Если студент имеет текущий рейтинг ниже 60 % или студент хочет повысить свой рейтинг, то он отвечает на вопросы	зачет

						билета на зачёте. В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 20; оценки суммируются. Порядок начисления баллов на зачёте: оценка "зачтено" - текущий рейтинг студента 60-100 %, оценка "не зачтено" - менее 60 %.	
6	4	Текущий контроль	Мартенситные превращения (часть 2)	1	25	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 5; оценки суммируются.	экзамен
7	4	Текущий контроль	Отпуск стали	1	25	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 5; оценки суммируются.	экзамен
8	4	Текущий контроль	Превращения при нагреве стали	1	25	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 5; оценки суммируются.	экзамен
9	4	Текущий контроль	Практика термообработки сталей	1	25	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 5; оценки суммируются.	экзамен
10	4	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	100	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-	экзамен

					рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Если студент имеет текущий рейтинг ниже 60 % или студент хочет повысить свой рейтинг, то он отвечает на вопросы билета на экзамене. В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 20; оценки суммируются. Порядок начисления баллов на экзамене: оценка "отлично" - текущий рейтинг студента 85-100 %, оценка "хорошо" - 75-84 %, оценка "удовлетворительно" - 60-74 %, оценка "неудовлетворительно" - менее 60 %.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Если студент имеет текущий рейтинг ниже 60 % или студент хочет повысить свой рейтинг, то он отвечает на вопросы билета на зачёте. В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 20; оценки суммируются. Порядок начисления баллов на зачёте: оценка "зачтено" - текущий рейтинг студента 60-100 %, оценка "не зачтено" - менее 60 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
экзамен	При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Если студент имеет текущий рейтинг ниже 60 % или студент хочет повысить свой рейтинг, то он отвечает на вопросы билета на экзамене. В билете содержится 5 вопросов (задач). За каждый вопрос выставляется оценка от 1 до 20; оценки суммируются. Порядок начисления баллов на	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	экзамене: оценка "отлично" - текущий рейтинг студента 85-100 %, оценка "хорошо" - 75-84 %, оценка "удовлетворительно" - 60-74 %, оценка "неудовлетворительно" - менее 60 %.	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПК-1	Знает: механизмы, кинетические закономерности и модели фазовых и структурных превращений в металлических материалах, включая превращения при закалке и отпуске сталей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: анализировать факторы, определяющие структуру и свойства материалов после различных видов термической обработки	+		+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: использования математических моделей для предсказания структуры и механических свойств материалов после различных видов термической обработки						+				+
ПК-3	Умеет: прогнозировать влияние режимов инновационных технологических процессов термической обработки на структуру и свойства 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. Плошкин, В. В. *Материаловедение [Текст] учеб. пособие для немашиностр. специальностей вузов* В. В. Плошкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2011. - 463 с. ил., табл. 21 см
2. *Материаловедение и технология материалов [Текст] Ч. 1 учебник для вузов по инж.-техн. направлениям : в 2 ч.* Г. П. Фетисов и др.; под ред. Г. П. Фетисова. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2016. - 383, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Блантер, М. Е. *Теория термической обработки* Учеб. для вузов по спец. "Металловедение, оборудование и технология терм. обраб. металлов". - М.: Металлургия, 1984. - 328 с. ил.
2. *Металловедение и термическая обработка стали [Текст] Т. 2 в 2 кн. Основы термической обработки* Кн. 1 справочник : в 3 т. М. Л. Бернштейн, Б. С. Бокштейн, С. З. Бокштейн и др.; под ред. М. Л. Бернштейна, А. Г. Рахштадта. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1995. - 334, [1] с. ил.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Окишев К.Ю., Мирзаев Д.А. *Специальные стали: Учебное пособие.* — Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2013. — 36 с.

2. Окишев К.Ю. Задачи по кристаллохимии и дефектам кристаллического строения: Учебное пособие. — Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2013. — 32 с.

3. Окишев К.Ю. Кинетика фазовых превращений в металлах и сплавах. Часть 1. Формальная кинетика изотермического превращения: Учебное пособие. — Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2019. — 36 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Окишев К.Ю., Мирзаев Д.А. Специальные стали: Учебное пособие. — Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2013. — 36 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Федотов А.К. Физическое материаловедение. В 3 ч. Ч. 2. Фазовые превращения в металлах и сплавах. — Мн.: Вышэйшая школа, 2012. — 446 с. https://e.lanbook.com/book/65429
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Белов Н.А., Самошина М.Е. Фазовые превращения в многокомпонентных системах: практикум. — М.:МИСиС, 2015. — 63 с. https://e.lanbook.com/book/69748
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Окишев К.Ю., Мирзаев Д.А. Специальные стали: Учебное пособие. — Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2013. — 36 с. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000530971
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лободюк В.А., Эстрин Э.И. Мартенситные превращения. — М.: Физматлит, 2009. — 352 с. https://e.lanbook.com/book/2676
5	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Мирзаев Д.А., Окишев К.Ю. Основы теории дефектов, прочности и пластичности кристаллов: Учебное пособие. — Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2013. — 336 с. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD1&key=000545816
6	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Попов А.А. Фазовые и структурные превращения в металлических сплавах. - УрФУ, 2018. https://e.lanbook.com/book/170184

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)
4. PTC-MathCAD(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	302a (1)	Аудитория, оснащённая мультимедийным проектором.
Контроль самостоятельной работы	302a (1)	Аудитория, оснащённая мультимедийным проектором.
Самостоятельная работа студента	403 (3д)	Библиотечный зал, оборудованный индивидуальными рабочими местами.
Практические занятия и семинары	302a (1)	Аудитория, оснащённая мультимедийным проектором.
Зачет	302a (1)	Аудитория, оснащённая мультимедийным проектором.