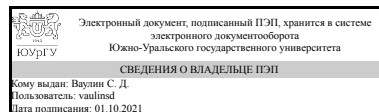


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



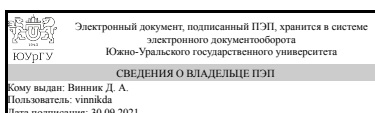
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины П.1.В.07.03 Современные проблемы металловедения черных, цветных и благородных металлов
для направления 15.06.01 Машиностроение
уровень аспирант тип программы
направленность программы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

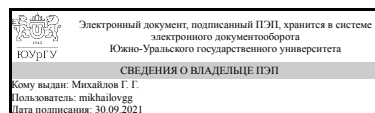
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 29.07.2014 № 881

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



Д. А. Винник

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., профессор



Г. Г. Михайлов

1. Цели и задачи дисциплины

• Целью преподавания данной дисциплины является ознакомление студентов с новыми, важными для теоретического понимания и последующего развития различных аспектов металлургии и металловедения, таких как дефекты кристаллического строения и их роль в различных процессах, вопросы физики прочности, формирование наноструктур, фазовые превращения в металлах и сплавах, их кинетика, с-образная диаграмма превращения, аморфные сплавы, проблемы водорода в сталях, диффузия, концепция локального равновесия и её применение для описания диффузионного образования фаз, в том числе, при реакциях восстановления оксидных фаз железа и особенности контролируемой прокатки. • приобретение навыков использования изучаемых методов анализа для решения практических вопросов и задач. Основные задачи дисциплины: • ознакомить студентов с новыми теоретическими методами ,перспективными для развития металлургических дисциплин; • показать возможность теоретического объяснения и описания практических эффектов на основе методов, развиваемых в соседних областях металлургии или других наук.

Краткое содержание дисциплины

1.Современные проблемы полиморфных и фазовых превращений в металлах и сплавах: термодинамика, кинетика, структура. 2.Пути повышения прочности металлов и сплавов на их основе. 3.Перспективные конструкционные материалы. 4 Материалы со специальными свойствами, аморфные и наноматериалы 5. Технологии получения высокопрочных материалов, материалов со специальными свойствами и других перспективных металлических материалов

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-5 способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	Знать: современные методы экспериментальных исследований
	Уметь: планировать эксперимент
	Владеть: методами оценивания получаемых результатов по итогам экспериментальных исследований

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
П.1.В.06.03 Современное состояние производства черных, цветных и редких металлов	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
П.1.В.06.03 Современное состояние производства черных, цветных и редких металлов	Знать основы технологии черных и цветных металлов. Уметь выбирать технологии, обеспечивающие требуемое качество металла. Владеть навыками выбора и расчета технологических процессов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	38	38	
Лекции (Л)	38	38	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	70	70	
Выполнение домашних контрольных заданий	40	40	
Подготовка к экзамену	30	30	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Механизмы и пути повышения прочности металлов и сплавов на их основе.	18	18	0	0
2	Перспективные конструкционные материалы	4	4	0	0
3	Материалы со специальными свойствами	4	4	0	0
4	Аморфные материалы	4	4	0	0
5	Объемные наноматериалы	4	4	0	0
6	Модифицированные поверхностные слои и покрытия	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Современные требования к материалам. Полиморфизм металлов; термодинамика, кинетика, зарождение, рост, уравнение Мирки- Колмогорова, С-образная диаграмма превращения.	2
2	1	Проблемы водорода в сталях: закон Сиверса растворимости водорода, растворимость в фазах железа, природа высокой растворимости водорода в	2

		расплаве, выделение водорода при охлаждении, флокены, противфлокенная обработка, процессы захвата водорода дефектами, границами, в т.ч. межфазными границами, влияние растворённых элементов на растворимость, особенность добавок палладия.	
3	1	Точечные дефекты в решётке: места расположения, механизмы и энергии образования, равновесные концентрации, миграция дефектов, частота перескоков. сверхравновесные дефекты, механизмы образования. Дислокации: винтовая, краевая и смешанная. Закономерности и кристаллография скольжения. Напряжение скольжения в идеальном и содержащем дислокации кристалле. Поля напряжения и упругая энергия дислокаций. Механизм Франка-Рида размножения дислокаций. Пластическая деформация как движение, остановка и образование новых дислокаций. Роль дислокаций в процессах возврата, полигонизации и рекристаллизации	2
4	1	Уравнения диффузии, выражения для коэффициентов диффузии в растворах внедрения и замещения, термодинамика диффузии, отрицательный знак коэффициента диффузии в расслаивающихся растворах.	2
5	1	Хрупкое и вязкое разрушение, виды изломов, теория разрушения хрупких тел по Гриффитсу, вязких - по Оровану, современная теория разрушения по Ирвину, измерения и температурная зависимость критического коэффициента интенсивности напряжения. Изломы сталей при разрушении.	2
6	1	Механизмы упрочнения металлов и сплавов: деформационный, зернограницный, твёрдорастворный, дисперсионный, Принципы создания высокопрочных сталей и сплавов. Практическая реализация механизмов повышение прочности металлических сплавов с позиций дислокационной теории – реализация теоретической прочности в бездефектных кристаллах и получение материалов с предельной плотностью дефектов кристаллического строения.	2
7	1	Понятия о статической и динамической рекристаллизации, принципы контролируемой прокатки, их использование при производстве газо-и нефтепроводных труб.	2
8	1	Концепция локального равновесия К.Зинера для сплавов, содержащих фазы, нестабильные при данных температурах или давлениях, и ее применение для расчётов диффузионного роста новой фазы и растворения старой. Важнейшие примеры.	2
9	1	Современные технологии производства высокопрочных и хладостойких сталей массового производства путем обеспечения оптимальной микроструктуры проката Развитие технологических процессов производства чистых металлических материалов. Современные достижения и тенденции разработки высокопрочных сталей и сплавов, их виды. Особенности деформации сверхпрочных материалов. Гидроэкструзия. Явление сверхпластичности и ее использование при технологических методах обработки металлов давлением.	2
10	2	Новые конструкционные стали в транспортном машиностроении. Современные стали для производства труб.	2
11	2	Перспективные материалы в судостроении, для авиа- и космической техники.	2
12	3	Материалы для службы при высоких температурах (авиация, космическая техника, энергетика). Требования к жаропрочным и жаростойким сплавам и достижения в области технологий их получения. Суперсплавы. Повышение стабильности и уровня физико-механических и служебных свойств для рабочих температур 1100-1600 градусов Цельсия за счет современных технологических процессов. Создание монокристаллических сплавов, материалов, полученных направленной кристаллизацией и методом гранульной металлургии. Разработка новых интерметаллических сплавов с упорядоченной структурой на основе Ni ₃ Al(Fe) и Ni ₃ Al(Co), TiAl, Ti ₃ Al, а	2

		также тугоплавких металлов с жаростойкими покрытиями.	
13	3	Материалы с особыми электромагнитными свойствами. Разработка новых специальных парамагнитных и антиферромагнитных сплавов с заданными физико-механическими свойствами (сталей со сверхравновесной концентрацией азота, безхромистых аустенитных сталей). Получение материалов для постоянных магнитов методами сверхбыстрой закалки, горячего прессования, направленного легирования, плазменного напыления т.д. Магнито-мягкие сплавы со смешанной аморфно-кристаллической структурой, высокопрочные и высокопластичные сплавы со специальными физическими и служебными характеристиками. Материалы с особыми механическими свойствами. Проблемы создания и применения сплавов с памятью формы и высокого демпфирования. Особенности деформации сверхпрочных материалов. Гидроэкструзия. Использование явления сверхпластичности при технологических операциях ОМД. Методы получения ультрамелкого зерна. Синтез неравновесных фаз при деформации (эффект механического легирования). Композиционные и порошковые материалы.	2
14	4	Понятие аморфного состояния твердого тела. Получение аморфных материалов. Создание эффективных технологий получения аморфных материалов методом сверхбыстрого охлаждения, в том числе с применением высокоэнергетических способов воздействия (лазерного, плазменного).	2
15	4	Механические и специальные свойства аморфных материалов. Области и перспективы их применения.	2
16	5	Понятие и классификация наноматериалов. Виды современных наноматериалов. Объемные наноматериалы. Наноструктурные конструкционные и функциональные материалы.	2
17	5	Современные тенденции в развитии методов интенсивной пластической деформации (ИПД). Механические свойства наноструктур, сверхпластичность. Повышение механических свойств наноматериалов, полученных методом ИПД.	2
18	6	Интенсивная пластическая деформация трением (ИПДТ) сталей. Нанокристаллическая структура. Накопление пластической деформации и повреждаемость поверхностных слоев. Упрочнение поверхности при ИПДТ. Изменение химического состава поверхностных слоев. Влияние ИПДТ на механические свойства и разрушение сталей. Комбинированная деформационно-термическая обработка. Перспективы использования ИПДТ в инновационных технологиях.	2
19	6	Ионная имплантация. Лазерное легирование. Цели создания покрытий и тонких пленок на поверхности материала и методы получения покрытий.	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	Список рекомендуемой литературы	30

	приведен в разделе 8 РПД	
Выполнение домашних контрольных заданий.	Список рекомендуемой литературы приведен в разделе 8 РПД. Разделы и страницы зависят от темы задания	40

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Интерактивная форма обучения	Лекции	Проведение дискуссий и обсуждение примеров из практики	16

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: В рамках данной дисциплины используются результаты научных исследований преподавателя

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

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-5 способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	промежуточная аттестация (экзамен)	Задание 2
Все разделы	ОПК-5 способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	текущий	Задание 1

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
текущий	Аспирант выполняет домашнее контрольное задание, состоящее из двух частей - реферата по теоретической части и практической части - расчета. Выполненное задание аспирант сдает преподавателю на проверку. При наличии недочетов преподаватель возвращает работу для исправления. Выполнение задания является условием допуска студента к экзамену.	Зачтено: Домашнее контрольное задание выполнено правильно Не зачтено: Домашнее контрольное задание выполнено неправильно или не выполнено совсем.

текущий	Устный ответ на вопросы билета; в билете 5 вопросов, время на подготовку ответов 1 час. Преподаватель может задать уточняющие вопросы. Каждый ответ оценивается от 0 баллов (абсолютно неверный ответ или отсутствие ответа) до 3 баллов (верный ответ без замечаний. Максимально возможное количество баллов за все ответы - 15.	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 %
---------	---	---

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
текущий	<p>Задание 1</p> <p>Примерные темы рефератов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные причины повышения теплостойкости закаленных сталей при фрикционной обработке и технология такой обработки. 2. Оптимизация режимов комбинированных деформационно-термических обработок. 3. Влияние углерода и азота на межатомное взаимодействие в твердых растворах на основе железа. 4. Влияние углерода и азота на распределение атомов легирующих элементов в твердых растворах на основе железа. 5. Азотистые аустенитные стали. 6. Азотистые мартенситные стали. 7. Модели аморфного состояния. 8. Нанотехника и нанотехнологии. 9. Технологии производства крупных слитков (140-650 тонн) из конструкционных высокопрочных сталей и сплавов 10. Пористые материалы и возможности их применения в промышленности. 11. Высокопрочные композиты с наночастицами оксида алюминия и алюминиевые сплавы 12. Равноканальное угловое прессование – технологии и результаты 13. Многоцикловая прокатка для изготовления многослойного ленточного наноструктурного композита <p>Примерные темы практических заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет Т-Р диаграмм равновесия металлов. 2. Расчет работы образования критического зародыша. 3. Расчет скоростей зарождения и роста, а также кинетики превращения при нескольких температурах. 4. Расчет кинетической диаграммы кристаллизации и полиморфного превращения 5. Расчёты растворимости водорода в расплавленном железе для различных вариантов поступления водорода. 6. Расчёты растворимости водорода в кристаллических фазах при изменении температуры и внешнего давления водорода. 7. Расчёты длительности диффузионного удаления водорода в ходе низкотемпературного отжига. 8. Расчет скоростей диффузии элементов в металле

текущий	<p>Задание 2. Примерные вопросы экзамена.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оптимизация режимов комбинированных деформационно-термических обработок? 2. Различие во влиянии углерода и азота на межатомное взаимодействие в твердых растворах на основе железа? 3. Влияние углерода и азота на распределение атомов легирующих элементов в твердых растворах на основе железа? 4. Чем вызвано повышение концентрации термодинамически равновесных вакансий при растворении элементов внедрения в металлах. 5. Природа высокой вязкости азотистых аустенитных сталей. 6.. Как можно определить аморфное состояние вещества? Способы получения аморфных материалов. 7. Модели аморфного состояния металлов и сплавов. 8. Области применения аморфных сплавов. 9. Роль размеров и размерности наноструктур в формировании их свойств? 10. Основные способы производства объемных наноматериалов. 11. Регулируемая прокатка. Её влияние на прочность стали.
---------	--

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Материаловедение для транспортного машиностроения [Текст] учеб. пособие для вузов по специальностям "Автомобили и автомобил. хоз-во" и "Сервис транспорт. и технол. машин и оборудования" Э. Р. Галимов и др. - СПб. и др.: Лань, 2013. - 448 с. ил.
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.
3. Худокормова, Р. Н. Материаловедение Лаб. практикум. Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. - Минск: Вышэйшая школа, 1988. - 222 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Мирзаев, Д. А. Физические основы прочности Ч. 2 Учеб. пособие Д. А. Мирзаев, К. Ю. Окишев; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. материаловедение и физика твердого тела; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. материаловедение и физика твердого тела; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 131, [1] с. ил.
2. Циммерман, Р. Металлургия и материаловедение [Текст] справочник Р. Циммерман, К. Гюнтер ; пер. с нем. Б. И. Левина, Г. М. Ашмарина ; под ред. П. И. Полухина, М. Л. Бернштейна. - М.: Металлургия, 1982. - 479 с. ил.
3. Поздняков, В. А. Физическое материаловедение наноструктурных материалов [Текст] учебное пособие В. А. Поздняков ; Моск. гос. индустр. ун-т. - М.: Издательство МГИУ, 2007. - 423 с. ил. 21 см.
4. Пашкеев, И. Ю. Аллюминотермия ферровольфрама [Текст] монография И. Ю. Пашкеев, К. Ю. Пашкеев, Г. Г. Михайлов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Материаловедение и физико-химия материалов ; ЮУрГУ. -

Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 141, [1] с. ил. электрон. версия

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

1. Металловедение и термическая обработка металлов
2. Известия АН РФ.Металлы.
3. Известия высшей школы.Черная металлургия.
4. Электрометаллургия
5. Сталь
6. Чёрные металлы
7. Физика металлов и металлосведение

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Цветная металлургия мира: территориальное размещение // Минеральные ресурсы России, 2007. 42 с.
2. Стратегия развития металлургической промышленности Российской Федерации на период до 2015 года (утв. приказом Министерства промышленности и энергетики РФ от 29 мая 2007 г. N 177)
3. Ананьев, Е. И. Социально-экономическая география : Курс лекций [Текст] учеб. пособие Е. И. Ананьев. - Ростов н/Д: Феникс, 2006. - 156, [1] с
4. Вайтюк Н. Проблемы мировой металлургии // Национальная металлургия, 2005. 32 с.
5. Региональная экономика. Под ред. Морозова Т.Г./ М., Юнити, 2002 г.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

6. Цветная металлургия мира: территориальное размещение // Минеральные ресурсы России, 2007. 42 с.
7. Стратегия развития металлургической промышленности Российской Федерации на период до 2015 года (утв. приказом Министерства промышленности и энергетики РФ от 29 мая 2007 г. N 177)
8. Ананьев, Е. И. Социально-экономическая география : Курс лекций [Текст] учеб. пособие Е. И. Ананьев. - Ростов н/Д: Феникс, 2006. - 156, [1] с
9. Вайтюк Н. Проблемы мировой металлургии // Национальная металлургия, 2005. 32 с.
10. Региональная экономика. Под ред. Морозова Т.Г./ М., Юнити, 2002 г.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Мирзаев Д.А., Окишев К.Ю. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ДЕФЕКТОВ,ПРОЧНОСТИ И	Электронный каталог ЮУрГУ	Интернет / Свободный

		ПЛАСТИЧНОСТИ КРИСТАЛЛОВ 2013		
2	Основная литература	Каллистер, У. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамики, полимеры). [Электронный ресурс] / У. Каллистер, Д. Ретвич. — Электрон. дан. — СПб. : НОТ, 2011. — 896 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2014. — 403 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Самостоятельная работа студента	202 (3г)	ресурсы библиотеки, оборудование для доступа к электронным ресурсам, копировальное оборудование
Практические занятия и семинары	230 (1)	стенды
Лекции	408 (1)	доска, мел