

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



УТВЕРЖДАЮ
Руководитель программы аспирантуры
Ю.Н. Симонов
д.т.н., профессор кафедры МТО

20 «*март*» *2022* г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

«Фазовые и структурные превращения в сталях и сплавах»

Научная специальность	2.6.1.Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов (МТО)
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 4
Виды контроля с указанием семестра: Экзамен: нет Зачет: 4 семестр Диф.зачет нет	

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области фазовых и структурных превращений в сталях и сплавах.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Фазовые и структурные превращения в сталях и сплавах» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина «Фазовые и структурные превращения в сталях и сплавах» используется является дисциплиной по выбору вариативной части цикла учебного плана.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- закономерности фазовых и структурных превращений в сталях и сплавах;
- влияние структуры на свойства сталей и сплавов.

Уметь:

- исходя из химического состава материала проводить анализ кинетики превращений в сталях и сплавах при нагреве и охлаждении;
- выбрать метод контроля для измерения свойств металла;
- теоретически обоснованно проводить выбор материала для надежной работы в изделии;
- использовать последние достижения в области металловедения для доказательства своих мыслей и идей.

Владеть:

- современными методами исследования превращений и структурного состояния сталей и сплавов.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		4 семестр

		4 семестр
1	Аудиторная работа	21
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	16
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	5
	Самостоятельная работа (СР)	51
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Теория сплавов

(Л – , ПР - 4, СР – 13; КСР – 1)

Типы взаимодействия атомов в двойных системах и твердом и жидком состоянии. Причины и условия образования твердых растворов и эвтектик. Условия образования твердых растворов различных типов внедрения, замещения, вычитания. Энергия смешения и устойчивость твердых растворов. Упорядочение твердых растворов Типы сверхструктур. Расслоение твердых растворов. Термодинамические закономерности. Роль электронной концентрации при образовании твердых растворов.

Раздел 2. Фазы в сталях и сплавах

(Л – , ПР - 4, СР – 14; КСР – 1)

Классификация металлических соединений. Электронные соединения (фазы Юм Розери). Условия образования. Зонная теория фаз Юм-Розерн. Свойства. Фазы внедрения. Условия образования. Кристаллическое строение. Особенности межатомных связей в карбидах и нитридах. Свойства и основные отличия фаз внедрения от твердых растворов внедрения. Фазы Лавеса. Роль соотношения атомных радиусов компонентов и электронной концентрации при образовании кристаллических структур фаз Лавеса. Свойства фаз Лавеса. Сигма-фазы и родственные им соединения. Характеристика компонентов, образующих эти фазы. Роль электронной концентрации. Свойства. Геометрически плотноупакованные фазы.

Раздел 3. Структурные превращения в сталях и сплавах

(Л – , ПР - 4, СР – 12; КСР – 1)

Особенности фазовых и структурных превращений в твердом состоянии. Виды и классификация фазовых превращений в твердом состоянии. Различие оснований для разных видов классификации. Характеристика фазовых превращений в стали по разным классификациям. Термодинамический анализ процесса образования новой фазы в твердом состоянии. Роль межфазных границ и упругой энергии в фазовом превращении. Строение и энергия межфазных границ. Условия когерентности решеток на межфазной границе. Условия возникновения упругих искажений и упругой энергии в ходе фазового превращения. Влияние их на кинетику фазового превращения. Понятие массивного фазового превращения.

Раздел 4. Фазовые превращения в сталях и сплавах

(Л – , ПР - 4, СР – 12; КСР – 2)

Фазовые превращения в сталях и сплавах. Перлитное превращение аустенита. Превращение аустенита в мартенсит. Отпуск закаленной стали. Промежуточное (бейнитное) превращение аустенита. Структура и свойства продуктов превращения аустенита. Использование превращений для технических целей и возможность влияния на их кинетику. Диаграммы аустенитизации. Диаграммы распада аустенита при охлаждении.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Построение и анализ термокинетической диаграммы распада переохлажденного аустенита стали бейнитного класса	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Исследование структуры стали бейнитного класса на дифрактометрических образцах. Совместный анализ результатов, полученных по итогам двух практических занятий.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Теория сплавов	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Фазы в сталях и сплавах	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Структурные превращения в сталях и сплавах	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Фазовые превращения в сталях и сплавах	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Фазовые и структурные превращения в сталях и сплавах» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;

3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;

6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Гуляев А. П. <i>Металловедение учебник для вузов</i> А. П. Гуляев, А. А. Гуляев - Москва: Альянс, 2012,2015.-643с	30
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	Гольдштейн М. И. <i>Специальные стали : учебник для вузов / М. И. Гольдштейн, С. В. Грачев, Ю. Г. Векслер. – Москва: Изд-во МИСиС, 1999. -408с</i>	22
2	<i>Конструкционные материалы : справочник / Б. Н. Арзамасов [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.-687с.</i>	14
3	<i>Металловедение. Сталь : справочник : в 2 т. : в 4 кн. : пер. с нем. / Сост. В. Енихе [и др.]. - Москва: Металлургия, 1995. т.1 кн. 1, т. 1 кн.2.</i>	4
2.2 Периодические издания		
1	<i>Металловедение и термическая обработка металлов</i>	
2	<i>Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение</i>	
3	<i>Физика металлов и металловедение</i>	
4	<i>Материаловедение</i>	
5	<i>Перспективные материалы</i>	
6	<i>Заводская лаборатория. Диагностика материалов</i>	
7	<i>Деформация и разрушение материалов</i>	
8	<i>Материаловедение http://elibrary.ru</i>	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2.3 Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ 1050-88	Техэксперт
2	ГОСТ 4543-71	Техэксперт
3	ГОСТ 19282-73	Техэксперт
4	ГОСТ 5632-72	Техэксперт
2.4 Официальные издания		

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1	Конституция Российской Федерации	КонсультантПлюс
2	Трудовой кодексе Российской Федерации	Консультант Плюс

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального политехнического исследовательского университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. Науч. б-ка. – Пермь, 2016. - Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный 2. Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар. обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон-библ. система «Изд-ва «Лань». - Санкт Петербург. 2010-2016. - Режим доступа: <http://elanbook.com>, по IP-адресам компьютер сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & ThesesGlobal [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. - AnnArbor, 2016. - Режим доступа: <http://search.proquest.com/pgdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер, сети Перм нац. исслед. политехн. ун-та. Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] [полнотекстовая база данных электрон версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. - Москва, 2003-2016. - Режим доступа: <http://diss.rsl.ru> компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Загл. с экрана.

5. CambridgeJournals [Electronicresource электрон журн по гуманитар., естеств. и техн. наукам англ. яз.] / UniversityofCambridge. - Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. - Загл. с экрана. 11.

6.2.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Информационная система доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ЭКБСОН)

2. «Рубрикон» -энциклопедии в интернете - www.rubricon.com

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п. п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

1	Персональный компьютер Aquarius Pro P30 s46 в составе MNT/C2D E8400/2xD1024DII 800/VINT/S160 7200/DRW/S B/NIC/no-KM/WVD, монитор LCD 19" ASUS VB191T, Мышь Genius NetScroll 110 white, клавиатура Genius KB06X, наушники+микрофон AP-860; локальная компьютерная сеть 100МБ/сек (Cisco Catalyst WS-C2960-48TT-L internet router Cisco 1841	25	Оперативное управление	162
2	Закалочный дилатометр Linseis L78 RITA	1	Оперативное управление	165a
3	Металлографический микроскоп Olympus GX51	1	Оперативное управление	164
4	Автоматический настольный электрогидравлический пресс для горячей запрессовки образцов Cito Press-10	1	Оперативное управление	169
5	Многофункциональный настольный полировальный станок с высокой степенью прецизионного снятия материала Tegamin-30	1	Оперативное управление	169
6	Автоматизированный микротвердомер DuraScan70	1	Оперативное управление	163
7	Металлографический микроскоп с автоматизированным столиком ВХ-61	1	Оперативное управление	163

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачёт, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

- **Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачёта по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачёта:**

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время зачёта.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта приведены в табл.5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на зачёте

Уровень освоения	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
<i>Не зачтено</i>	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи кандидатского экзамена по научной 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Постройте термокинетическую диаграмму распада переохлажденного аустенита бейнитной стали типа 22Х2Г2С2М и проведите её анализ.

2. На полученных образцах проведите анализ микроструктуры после охлаждения с различными скоростями бейнитной стали типа 22Х2Г2С2М и соотнесите полученные структуры с видом термокинетической диаграммы.

Типовые контрольные задания:

1. Фазы Лавеса. Роль соотношения атомных радиусов компонентов и электронной концентрации при образовании кристаллических структур фаз Лавеса. Свойства фаз Лавеса.

2. Условия образования твердых растворов различных типов: внедрения, замещения, вычитания.

Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Провести анализ предложенной термокинетической диаграммы переохлажденного аустенита.

2. Описать микроструктуры на предложенных микрофотографиях, соотнести их с предложенной термокинетической диаграммой.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «МТО».

Пример типовой формы экзаменационного билета

Программа

Металловедение и термическая обработка
металлов и сплавов

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Кафедра

Металловедение, термическая и лазерная
обработка металлов (МТО)

«Фазовые и структурные превращения в сталях и сплавах»

БИЛЕТ № 1

1. Промежуточное (бейнитное) превращение аустенита (*контроль знаний*)
2. Провести анализ предложенной термокинетической диаграммы переохлаждённого аустенита (*контроль умений*)
3. Составить план исследования для построения термокинетической диаграммы для стали 20ХНЗА (*контроль умений и владений*).

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор Ю.Н. Симонов
(подпись)
« ____ » _____ 202 ____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		