

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
Ю.Н. Симонов
д.т.н., профессор кафедры МТО
«20» «*май*» 2022 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

«Фазовые и структурные превращения в металлических материалах»

Научная специальность	2.6.17. Материаловедение
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Материаловедение в металлургии
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов (МТО)
Форма обучения	Очная
Курсы: 3	Семестр (ы): 5

Пермь, 2022 г.

1. Общие положения

Программа практики 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 знаний, умений и владений в области науки и техники, занимающейся разработкой новых материалов путем установления фундаментальных закономерностей влияния состава и структуры на свойства материала. В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие компетенции:

1.2 Место учебной дисциплины в структуре

Дисциплина «Фазовые и структурные превращения в металлических материалах» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в следующие

Знать:

- закономерности фазовых и структурных превращений в металлических материалах,

влияние структуры на свойства металлических материалов.

Уметь:

- материала проводить анализ кинетики превращении металлических материалах;
- выбрать метод контроля для измерения свойств металла;
- теоретически обоснованно проводить выбор материала для надежной работы в изделии области материаловедения для доказательства своих мыслей и идеи.

Владеть:

- современными методами исследования превращении и структурного состояния металлических материалов.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

№ п.п.	Вид работы	Объем учебной работы
		Трудоёмкость, ч
1	Аудиторная работа	5 семестр 17
	В том числе:	
	Лекции(Л)	5

	Практические занятия (ПЗ)	6
5	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6
	Самостоятельная работа (СР)	55
	Итоговая аттестация по дисциплине:	Зачет
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Тема 1. Теория сплавов Типы взаимодействия атомов в двойных системах в твердом и жидком состоянии. Причины и условия образования твердых растворов и эвтектик. Условия образования твердых растворов различных типов: внедрения, замещения, вычитания. Энергия смещения и устойчивость твердых растворов. Упорядочение твердых растворов. Типы сверхструктур. Расслоение твердых растворов. Термодинамические закономерности. Роль электронной концентрации при образовании твердых растворов.

Тема 2. Фазы в сталях и сплавах Классификация металлических соединений. Электронные соединения (фазы Юм-Розери). Условия образования. Зонная теория фаз Юм-Розери. 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.

Тема 3 Теория фазовых превращений в твердых телах. 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.

Тема 4. Фазовые и структурные превращения в металлических материалах. Фазовые превращения в легированных сталях. Превращения при нагреве и охлаждении в легированных сталях. Кинетика превращения при нагреве. Фазовые и структурные превращения в сплавах с температурой плавления ниже железа (сплавы на основе алюминия, магния). Фазовые и структурные превращения в сплавах с температурой плавления выше железа (сплавы на основе титана, никеля, кобальта, бериллия, меди).

4.2.Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.3.Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических заданий

№ п.п.	Номер темы	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	4	Построение и анализ	Собеседование по	Отчет по

		термокинетической диаграммы распада переохлажденного аустенита рельсовой стали	полученным экспериментальным результатам (творческому заданию).	практическому занятию
2	4	Исследование структуры рельсовой стали на dilatометрических образцах. Совместный анализ результатов, полученных по итогам двух практических занятий	Собеседование по полученным экспериментальным результатам (творческому заданию).	Отчет по практическому занятию

4.4. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.5. Содержание самостоятельной работы аспирантов

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

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Содержание темы 1	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Содержание темы 2	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Содержание темы 3	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Фазовые и структурные превращения в металлических материалах» 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);
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

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

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

Таблица 5

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение
---	---	--

		электронных издания
1	2	3
1 Основная литература		
1	<i>А.А. Батаев. Композиционные материалы: строение, получение, применение. Учеб. для вузов / А.А. Батаев, В.А. Батаев; Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. — 383 с.)</i>	20+ЭБ
2	<i>Б. А. Колачев, В. И. Елагин, В. А. Ливанов. - Москва: Изд-во МИСиС, 1999. -413с., 2005</i>	32
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	<i>Гуляев А. П. Металловедение : учебник для вузов / А. П. Гуляев, А. А. Гуляев. - Москва: Альянс, 2012, 2015 - 643с.</i>	30
2	<i>Уильям Болтон. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Науч. изд. / Уильям Болтон; М.: Додэка-XXI, 2004. - 319 с.</i>	4

№	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		
3	<i>Конструкционные материалы справочник / Б. Н. Арзамасов [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990. -687с</i>	14
4	<i>Б.Д. Олейник. Новые материалы и технологии. У Олейник. Пермь: Изд-во ПГТУ, Учеб. пособие / Б.Д. У, 2006.— 69 с.</i>	60
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		
	<i>ГОСТ 1050-88</i>	<i>Техэксперт</i>
	<i>ГОСТ 4543-71</i>	<i>Техэксперт</i>
	<i>ГОСТ 9282- 73</i>	<i>Техэксперт</i>
	<i>ГОСТ 5632-72</i>	<i>Техэксперт</i>
2.4 Официальные издания		
1	<i>Конституция Российской Федерации</i>	<i>КонсультантПлюс</i>
2	<i>Трудовой кодекс Российской</i>	<i>КонсультантПлюс</i>

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. Cambridge Journals [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.ruhricon.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	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	165 а

3	Металлографический микроскоп Olympus GX51	1	Оперативное управление	164
4	Стереомикроскоп Olympus SZX-16	1	Оперативное управление	164
5	Автоматический настольный электрогидравлический пресс для горячей запрессовки образцов CitoPress-10	1	Оперативное управление	169
6	Многофункциональный полировальный настольный станок с высокой степенью прецизионного снятия материала Tegramin - 30	1	Оперативное управление	169
7	Настольный сканирующий электронный микроскоп FEI PHENOM ProX2	1	Оперативное управление	163
8	Автоматизированный микротвердомер DuraScan70	1	Оперативное управление	163
9	Металлографический микроскоп с автоматизированным столиком BX-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 зачет, 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 2.6.17. «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 ее 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:

Электронные соединения (фазы Юм-Розери). Условия образования. Зонная теория фаз Юм-Розери. Свойства.

1. Характеристика фазовых превращений в стали по разным классификациям.

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».

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

Программа
Металловедение и термическая обработка
металлов и сплавов

Кафедра
Металловедение, термическая и лазерная
обработка металлов (МТО)

«Фазовые и структурные превращения в металлических материалах»

БИЛЕТ № 1

1. Типы взаимодействия атомов в двойных системах в твердом и жидком состоянии (*контроль знаний*).
2. Провести анализ предложенной термокинетической диаграммы титанового сплава (*контроль умений*).
3. Составить план исследования фазовых и структурных превращений в алюминиевом сплаве В96 (*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
2		
3		
4		
5		