

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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



**пермский
политех**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры

Ю.Н. Симонов
Ю.Н. Симонов
д.т.н., профессор кафедры МТО

«20» «*сентябрь*» 2022 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

«Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

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: ,3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра: Экзамен: 5 семестр	Зачет: нет Диф.зачет нет

Пермь 2022

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 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- Теоретические обоснования технологических процессов получения современных металлов и сплавов;
- Интегрированные естественнонаучные, общие профессионально-ориентирующие и специальные дисциплины для понимания проблем развития материаловедения.

Уметь:

- Теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы;
- Выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии.

Владеть:

- Методами получения современных металлов и сплавов и производства из них новых изделий;
- Способностью выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	20
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	9
	Самостоятельная работа (СР)	88
	Форма итогового контроля:	Экзамен

4. Содержание учебной дисциплины**4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины**

Раздел 1. Современные проблемы теоретического материаловедения
(Л -5, ПР -, СР – 66; КСР –1)

Тема 1. Научно-технически прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения. Металлические материалы: прошлое и настоящее. Тенденции развития современного материаловедения. Национальные и международные программы создания новых поколений металлических материалов. Социальные, экономические, экологические аспекты крупномасштабного производства, эксплуатации и регенерации металлических материалов.

Тема.2 Основные свойства, принципы выбора и использования; роль материала в эксплуатации изделий. Классификации металлических материалов по составу, структуре, свойствам и областям применения, многофункциональные металлические материалы. Механические и физические свойства, их значение при эксплуатации изделий, стандартные испытания, свойства, как показатели качества.

Тема 3. Физико-химические принципы конструирования новых материалов. Связь физических и химических свойств материалов и явлений, протекающих в них, с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью, и долговечностью.

Тема 4. Развитие материаловедения. Основные теоретические вопросы разработки новых металлических материалов и перспективных принципов их исследования. Нанокристаллические сплавы. Высокоэнтропийные сплавы.

Принципы разработки современных металлических сплавов с заранее заданными свойствами.

Раздел 2. Современные проблемы прикладного материаловедения.
(Л – , ПР - 6, СР – 30; КСР –)

Тема 5. Прогрессивные способы получения металлических материалов. Современные и прогрессивные способы получения железа, чугунов и сталей. Качество металлургической продукции – современное состояние вопроса. Критерии металлургического качества и способы его повышения. Современные системы автоматизации металлургических процессов. Системы выплавки сталей и автоматизированные комплексы горячей деформации.

Тема 6. Современные и перспективные конструкционные металлические материалы. Современные строительные, машиностроительные, инструментальные стали. Стали с особыми свойствами для различных отраслей промышленности.

Разработка современных и перспективных сплавов на основе никеля, титана, алюминия, магния, меди, кобальта, бериллия. Сплавы на основе интерметаллидов. Принципы аноконструирования металлических материалов.

Тема 8. Методы исследования металлов и сплавов. Современные и прогрессивные методы исследования металлов и сплавов с целью прогнозирования их структуры и свойств.

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
2	8	Исследование структуры материала с помощью светового (Лазерного конфокального сканирующего микроскопа, сканирующего электронного микроскопа).	Собеседование по полученным экспериментальным результатам. Творческое задание.	Темы творческих заданий.
3	8	Исследование локального элементного состава материала с помощью сканирующего электронного микроскопа (Энергодисперсионный микроанализ, волновой рентгеновский микроанализ).	Собеседование по полученным экспериментальным результатам. Творческое задание.	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	4	Содержание темы 4	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	5	Содержание темы 5	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	6	Содержание темы 6	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	7	Содержание темы 7	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	8	Содержание темы 8	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» 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	Грачев С.В. Физическое металловедение Учебник для вузов / Грачев С.В., Бараз В.Р., Богатов А.А., Швейкин В.А.; Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2001.-534 с.	12
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	Андреевский Р.А. Наноструктурные материалы. Учебник / Андреевский Р.А., Рагуля А.В. М.: Академия, 2005.-187 с.	18
2	Н.Н. Митрохович. Материаловедение. Учеб. Пособие для вузов / Н.Н. Митрохович, С.С. Югай. Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.- 113 с.	147+ЭБ
3	Б.Д. Олейник. Новые материалы и технологии. Учеб. пособие / Б.Д. Олейник. Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.-69 с.	60
4	Уильям Болтон. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Науч. Изд. / Уильям Болтон; М.: Додэка – XXI, 2004. – 319 с.	4
2.2 Периодические издания		
1	Металловедение и термическая обработка металлов	
2	Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение	
3	Физика металлов и металловедение	
4	Материаловедение	
5	Перспективные материалы	
6	Заводская лаборатория. Диагностика материалов	
7	Деформация и разрушение материалов	

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
8	Материаловедение http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2.3 Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ 10994-74 Сплавы прецизионные. Марки.	Техэксперт
2	ГОСТ 1497-87 Металлы. Методы испытаний на растяжение	Техэксперт
3	ГОСТ 9013-59 Металлы. 2006.-69 метод измерения твёрдости по Роквеллу.	Техэксперт
4	ГОСТ 5632-72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки	Техэксперт
5	ГОСТ 28358-58 Отливки из чугуна. Общие технические условия.	
6	ГОСТ Р 50724.1-94. Ферросплавы. Материалы. Термины и определения.	
7	ГОСТ 22536.0-87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Общие требования к методам анализа.	
8	ГОСТ Р 53198-2008. Руды и концентраты цветных металлов. Общие требования к методам анализа.	
9	ГОСТ 4.440-86. Система показателей качества продукции. Ковши сталеразливочные. Номенклатура показателей.	
10	ГОСТ 14019-2003. Материалы металлические. Метод испытаний на изгиб.	
2.4 Официальные издания		
1	Конституция Российской Федерации	КонсультантПлюс
2	Трудовой кодекс 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 & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. - Ann Arbor, 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 [Electronic resource электрон журн по гуманитар., естеств. и техн. наукам англ. яз.] / University of Cambridge. - Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. - Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. - Загл. с экрана. 11.

6. Информационная система Техэксперт: Интернет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ.: законодат. И норматив. Док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. - Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. - Санкт - Петербург, 2009-2013. - Режим доступа: Компьютер. Сеть Науч. Б-ки Перм. Нац. Исслед. Политехн. Ун-та. - Загл. с экрана.

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	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	165а
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 Cito Press-10	1	Оперативное управление	169
6	Многофункциональный настольный полировальный станок с высокой степенью прецизионного снятия материала Tegamin-30	1	Оперативное управление	169
7	Настольный сканирующий электронный микроскоп FEI PHENOM	1	Оперативное управление	163
8	Автоматизированный микротвердомер DuraScan70	1	Оперативное управление	163
9	Конфокальный лазерный сканирующий микроскоп Lext-OLS4000	1	Оперативное управление	
10	Металлографический микроскоп с автоматизированным столиком BX-61	1	Оперативное управление	163
11	Твердомер Роквелла ТК-2М	2	Оперативное управление	169
12	Лабораторная печь «НАКАЛ»	3	Оперативное управление	169
13	Прибор определения элементного состава металлов и сплавов PMI MasterPRO	1	Оперативное управление	165 а
14	Копер маятниковый КМ-30	1	Оперативное управление	044

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является кандидатский экзамен, 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 экзамена 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 экзамена:**

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

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

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

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 творческие задания:

1. На предложенном металлическом образце определить тип структуры и вероятный фазовый состав;
2. На предложенном образце установить наличие диффузионного слоя, его вероятный фазовый состав и установить характер распределения микротвердости;
3. По предложенным фотографиям микроструктуры определить тип сталей и вероятную термическую обработку.

Типовые контрольные задания для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Современные инструментальные стали. Принципы легирования, термическая обработка структура и свойства.
2. Сплавы на основе никеля. Принципы легирования, термическая обработка, структура и свойства.
3. Сканирующая электронная микроскопия. Принцип действия прибора. Задачи решаемые с помощью данного метода.

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

1. Определить вероятную структуру и фазовый состав образца после определенной термической обработки;
2. Определить вероятный режим термической обработки для достижения определенного комплекса механических свойств металлического образца;
3. По предложенной совокупности механических свойств подобрать соответствующий металлический материал.

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

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)

«Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

БИЛЕТ № 1

1. Современные инструментальные стали. Принципы легирования, термическая обработка структура и свойства (*контроль знаний*).
2. Определить вероятную структуру и фазовый состав образца после определенной термической обработки (*контроль умений*).
3. На предложенном металлическом образце определить тип структуры и вероятный фазовый состав (*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		