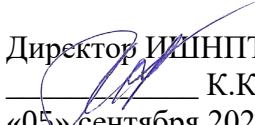


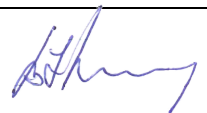
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Директор ИИШНПТ
 К.К. Манабаев
«05» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2022 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

2.6.1 МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ
--

Группа научных специальностей	2.6 Химические технологии, науки о материалах, металлургии		
Научная специальность	2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов		
Уровень образования	Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации		
Курс	2	семестр	3,4
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	72		
Самостоятельная работа, ч	72		
ИТОГО, ч	144		

Вид промежуточной аттестации	Зачет Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОМ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения металловедения		В.А. Клименов	
Руководитель Программы аспирантуры (ПА)		С.П. Буякова	

2022 г.

1. Общие положения

1. Рабочая программа составлена на основе самостоятельно устанавливаемых требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (далее СУТ) и Общей характеристики программы аспирантуры (далее ПА) по специальности 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов. Прием 2022 г., очная форма обучения.

Разработчик(и):

ФИО	Должность
Профессор ОМ	Буякова С.П.

2. Программа рассмотрена и одобрена на заседании в ОМ Протокол № 72 от 30.08.2022 г.

2. Место и цели дисциплины в структуре ПА

Дисциплина А2.1.3 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов относится к образовательному компоненту учебного плана Блок А2.1 программы аспирантуры и направлена на подготовку к сдаче зачета и кандидатского экзамена.

Целью освоения дисциплины А2.1.3 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов является углубленные знания по разработке, организации и управлении технологическими процессами изготовления объемных материалов, покрытий и изделий, включая организационные мероприятия в области реализации запланированных научно-исследовательских работ и контроль за соблюдением техники безопасности и регламента выполнения работ.

3. Планируемые результаты освоения дисциплины

После успешного изучения дисциплины у аспиранта должны быть достигнуты следующие результаты обучения:

	Планируемые результаты обучения по дисциплинам (модулям) и практикам
1	Использовать на практике современные представления наук о материалах, взаимодействии материалов с окружающей средой, владение навыками сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по тематике исследования, разработки и использования технической документации, основных нормативных документов по вопросам интеллектуальной собственности, подготовки документов к патентованию.
2	Использовать традиционные и новые технологические процессы, операции, оборудование, нормативные и методические материалы по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации изделий и процессов, умение выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения.
3	Комплексно оценивать и прогнозировать тенденции и последствия развития науки о материалах, на основании комплексной оценки формулировать научно-техническую проблему в области изготовления, диагностики и применения материалов. Знание внутри- и междисциплинарных связей в сфере профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Металлическое состояние. Строение металлов и сплавов	Аудиторные занятия	18
	Самостоятельная работа	18
Раздел (модуль) 2. Строение металлических расплавов. Кристаллизация металлов	Аудиторные занятия	12
	Самостоятельная работа	12
Раздел (модуль) 3. Деформация и разрушение металлов	Аудиторные занятия	16
	Самостоятельная работа	16
Раздел (модуль) 4. Фазовые превращения в твердом состоянии	Аудиторные занятия	14
	Самостоятельная работа	14
Раздел (модуль) 5. Термическая обработка	Аудиторные занятия	12
	Самостоятельная работа	12
Итого:	Аудиторные занятия	72
	Самостоятельная работа	72

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Металлическое состояние. Строение металлов и сплавов

Основные типы связи атомов в твердых телах. Отклонения от закона Вегарда. Основные типы кристаллических решеток. Диаграммы состояния двойных и тройных систем с непрерывным рядом твердых растворов, с эвтектическими, перитектическими и монотектическими равновесиями, с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися промежуточными фазами, с полиморфизмом компонентов. Термодинамический анализ диаграмм состояния. Зарождение и размножение дислокаций, источник Франка-Рида. Сила Пайерлса-Набарро. Атмосферы Котрелла, Снука, Сузуки. Кристаллография и механизм деформационного двойникования.

Темы практических занятий:

Тема 1. Типы химической связи в твердых телах

Тема 2. Кристаллическое строение металлов

Тема 3. Твердые растворы и электронные соединения

Тема 4. Диаграммы состояния двойных и тройных систем

Тема 5. Дефекты кристаллического строения

Раздел 2. Строение металлических расплавов. Кристаллизация металлов

Структура и свойства жидких металлов. Гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов. Концентрационное переохлаждение. Эвтектическая кристаллизация. Влияние скорости кристаллизации на строение сплавов. Строение металлического слитка. Модифицирование структуры литых сплавов. Образование метастабильных фаз при кристаллизации. Бездиффузионная кристаллизация. Металлические стекла. Методы получения монокристаллов из расплава. Способы обработки металлов давлением. Влияние температуры, схемы и степени деформации на сопротивление деформации, структуру и свойства металлов и сплавов. Виды сварки металлов и сплавов. Структура и свойства сварных соединений.

Темы практических занятий:

Тема 1. Структура и свойства жидких металлов

Тема 2. Эвтектическая кристаллизация

Тема 3. Строение металлического слитка. Модифицирование

Тема 4. Методы получения монокристаллов из расплава

Раздел 3. Деформация и разрушение металлов

Диаграммы деформирования моно- и поликристаллов, многофазных сплавов. Деформационное упрочнение, влияние на него температуры и скорости деформации. Эффект Баушингера. Типы дефектов кристаллического строения. Сила Пайерлса-Набарро. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесными атомами. Хрупкое и вязкое разрушение. Схемы зарождения трещин. Распространение трещин при хрупком и вязком разрушении. Строение изломов. Деформационное упрочнение, влияние на него температуры и скорости деформации. Влияние размера зерна на механические свойства. Сверхпластичность. Неупругость. Ползучесть. Релаксация напряжений. Усталостная прочность. Диаграммы и механизмы усталости.

Темы практических занятий:

Тема 1. Диаграммы растяжения моно- и поликристаллов

Тема 2. Дефекты кристаллического строения Механизмы деформации металлов

Тема 3. Хрупкое и вязкое разрушение.

Тема 4. Пути и способы упрочнения металлов.

Тема 5. Жаропрочность и усталостная прочность

Раздел 4. Фазовые превращения в твердом состоянии

Механизмы миграции атомов. Законы Фика. Сдвиговое (бездиффузионное) и нормальное (диффузионное) превращения. Термодинамический и кристаллографический анализ сдвигового (мартенситного) превращения. Эвтектоидное превращение. Механизм и кинетика эвтектоидного превращения. Диаграммы фазовых превращений. Образование и распад метастабильных фаз. Когерентные, частично когерентные и некогерентные выделения. Формы выделений. Непрерывный и прерывистый распад. Диаграммы рекристаллизации.

Темы практических занятий:

Тема 1. Фазовые превращения при нагреве

Тема 2. Механизм и кинетика сдвиговых и нормальных превращений.

Тема 3. Термодинамика образования промежуточных фаз.

Тема 4. Диаграммы изотермических превращений при охлаждении

Раздел 5. Термическая обработка

Текстура деформации, рекристаллизация, механизм ее образования. Механизм снижения остаточных напряжений при нагревании. Фазовые превращения при нагреве. Механизм и кинетика отжига, полигонизации и рекристаллизации, влияние на них предшествующей пластической деформации, примесей, температуры и продолжительности отжига. Закалка. Микроструктура и субструктура мартенсита. Влияние температуры и продолжительности старения на механические и физические свойства сплавов. Перестаривание, ступенчатое старение. Влияние температуры нагрева на формирование структуры и свойств сплавов при старении. Изменение микроструктуры, субструктуры и фазового состава при отпуске.

Темы практических занятий:

Тема 1. Классификация видов термической обработки

Тема 2. Виды закалки (с полиморфным превращением и без)

Тема 3. Распад пересыщенных твердых растворов

5. Организация самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с теоретическим материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- Поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.
- Исследовательская работа и участие в научных конференциях;
- Анализ научных публикаций по определенной тематике;
- Подготовка реферата для сдачи кандидатского экзамена.
- Подготовка к зачету и кандидатскому экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Солнцев, Ю. П.. Специальные материалы в машиностроении: учебник / Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Пиирайнен В. Ю. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 664 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-3921-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/118630> - Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Земсков Ю. П. Материаловедение: учебное пособие [Электронный ресурс] / Земсков Ю. П. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 188 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-3392-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/113910> - Режим доступа: для авториз. пользователей
3. Гуляев, А. П. Металловедение: учебник для вузов / А. П. Гуляев, А. А. Гуляев. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва: Альянс, 2012. - 644 с. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C237275>

Дополнительная литература

1. Металловедение и термическая обработка металлов: учебник / Ю. М. Лахтин. - 5-е изд., перераб. и доп. - Изд. стер. - Москва: Альянс, 2015. - 447 с.: ил. - Библиогр.: с. 443-444. - Предметный указатель: с. 445-447. - ISBN 978-5-91872-084-4 <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C340947>
2. Металловедение: учебник: в 2 томах / И. И. Новиков, В. С. Золоторевский, В. К. Портной, Н. А. Белов. - 2-е изд. - Москва: МИСИС. - Том 1,2 - 2014. - 1020 с. - ISBN 978-5-87623-191-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/69779> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения: учебник / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 760 с. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C278271>
4. Турилина, В. Ю. Материаловедение: механические свойства металлов. Термическая обработка металлов. Специальные стали и сплавы: учебное пособие / Турилина В. Ю. - Москва: МИСИС, 2013. - 154 с. - Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки.. - ISBN 978-5-87623-680-7. URL: <https://e.lanbook.com/book/117263> - Режим доступа: для авториз. пользователей

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Справочно-правовая система КонсультантПлюс
3. Информационно-справочные системы: Программный комплекс КОДЕКС: ИНТРАНЕТ, Техэксперт
4. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
5. SciVal (модули: Overview, Benchmarking, Collaboration)
6. Электронная библиотека <http://grebennikon.ru>
7. InCites Journal Highly Cited Data (JCR и Essential Science Indicators)
8. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
9. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

7-Zip; AdAstra Trace Mode IDE 6 Base; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Design Science MathType 6.9 Lite; Document Foundation LibreOffice; DOSBox; Google Chrome; Modus Модус демо-версия; Mozilla Firefox ESR; Notepad++; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Top Systems T-FLEX CAD Education; TOR Coop Elcut Student; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для проведения занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 108	Компьютер - 13 шт.; Проектор - 2 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 141	Компьютер - 11 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Микронзондовая система для определения свойств материалов - 1 шт.

8. Порядок организации оценивания результатов освоения дисциплины

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, НИД, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

**Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий
входного и текущего контроля**

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена, зачета

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям
55% - 100%		«Зачтено»	Результаты обучения соответствуют минимально достаточным требованиям
0 – 54%		«Не зачтено»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Оценочные мероприятия. Перечень типовых заданий

Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
Опрос	1. Механизмы миграции атомов. Законы Фика. 2. Диаграммы фазовых превращений (термокинетические, изотермические и др.). Упорядочение твердого раствора. 3. Закалка. Изменение структуры и свойств при закалке. 4. Изменение микроструктуры, субструктуры и фазового состава при отпуске. Обратимая и необратимая отпускная хрупкость. 5. ...
Самостоятельное изучение тем дисциплины	Темы: 1. Основные типы связи атомов в твердых телах. Металлическая связь. Электронное строение и физические свойства металлов. Поверхность Ферми и зоны Бриллюэна. 2. Основные типы кристаллических решеток. Элементарные ячейки.

Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
	Индексы направлений и плоскостей в кристаллической решетке. 3. Структура и свойства жидких металлов. Гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов, критический размер зародыша. Концентрационное переохлаждение. 4. Методы получения монокристаллов из расплава. Металлургия гранул. Способы обработки металлов давлением. Влияние температуры, схемы и степени деформации на сопротивление деформации, структуру и свойства металлов и сплавов. 5. Современное оборудование для закалки, отжига, отпуска, химико-термической и других видов термической обработки сталей и сплавов. Агрегаты непрерывного отжига и закалки. Автоматизация полного цикла термической обработки. Способы достижения высоких скоростей нагрева и охлаждения изделий при термической обработке. Внутренние напряжения и деформация изделий при термической обработке. Нагрев при термической обработке изделий в защитных средах и вакууме. 6. Влияние размера зерна на механические свойства. Сверхпластичность. Неупругость. 7. Хрупкое и вязкое разрушение. Схемы зарождения трещин. Распространение трещин при хрупком и вязком разрушении. Природа хладноломкости. Порог хладноломкости. Строение изломов. 8. Ползучесть. Механизмы и стадии ползучести. Релаксация напряжений. Кратковременная и длительная прочность. Влияние состава и структуры сплавов на ползучесть. 9. Усталостная прочность. Диаграммы усталости. Механизм усталости. Факторы, влияющие на усталостную прочность. Контактная усталость. Износ. 10. Сплавы с особыми физическими свойствами: высоким и низким электросопротивлением, магнитно-твердые и магнитно-мягкие стали и сплавы, сплавы с особыми упругими и тепловыми свойствами. Сверхпроводящие сплавы. Сплавы с эффектом запоминания формы и сверхупругости.
Зачет	Итоговая оценка суммируется по итогам текущего контроля в семестре.
Индивидуальное задание	Индивидуальное задание тематически и содержательно соответствует теме диссертации.
Реферат	Тематика рефератов: 1. Термомеханическая обработка. Структурные изменения при пластической деформации. Динамическая полигонизация и динамическая рекристаллизация. Возврат и рекристаллизация после горячей деформации. 2. Диаграммы деформирования моно- и поликристаллов, многофазных сплавов. 3. Механизмы упругой и пластической деформации. Деформационное упрочнение, влияние на него температуры и скорости деформации. 4. Теория предела текучести. Эффект Баушингера. Упрочнение при образовании твердых растворов и при выделении избыточных фаз (когерентных и некогерентных). 5. Методы изучения микроструктуры. Световая микроскопия. Электронная микроскопия (метод реплик, дифракционная микроскопия фольг, сканирующая микроскопия, микродифракция). Рентгеноструктурный и электронографический анализ. Микрорентгеноспектральный анализ. Локальный анализ состава по электронным спектрам. 6. Методы измерения физических свойств (термический анализ,

Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
	калориметрия, дилатометрия, измерение плотности, резистометрия, магнитный анализ, акустическая эмиссия и др.). Методы определения коррозионных свойств. 7. Композиционные, гибридные материалы, твердые сплавы. 8. Сплавы с особыми физическими свойствами: высоким и низким электросопротивлением, магнитно-твердые и магнитно-мягкие стали и сплавы, сплавы с особыми упругими и тепловыми свойствами. 9. Сверхпроводящие сплавы. Сплавы с эффектом памяти формы и сверхупругости. 10. Обработка токами высокой частоты. Получаемые структуры, механизмы упрочнения. Назначение обработки.
Кандидатский экзамен	Вопросы на экзамен: Дислокации. Вектор Бюргерса. Плотность дислокаций. Скольжение и переползание дислокаций. Зарождение и размножение дислокаций, источник Франка-Рида. Сила Пайерлса-Набарро. Атмосферы Коттрелла, Снука, Сузуки. Дислокационные сетки и малоугловые границы. Высокоугловые границы. Миграция границ и зернограничное проскальзывание. Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжиги. Отдых. Полигонизация. Первичная, собирательная и вторичная рекристаллизация. Механизм и кинетика отдыха, полигонизации и рекристаллизации, влияние на них предшествующей пластической деформации, примесей, температуры и продолжительности отжига. Критическая степень деформации. Диаграммы рекристаллизации. Текстура деформации, первичной, собирательной и вторичной рекристаллизации, механизм ее образования. Анизотропия свойств текстурованных металлов. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения, фазы Лавеса, σ-фазы, фазы внедрения. Отклонения от закона Вегарда. Фазовые превращения I и II рода. Гомогенный и гетерогенный механизмы зарождения. Строение и механизм движения поверхностей раздела фаз. Сдвиговое (бездиффузионное) и нормальное (диффузионное) превращения. Термодинамический и кристаллографический анализ сдвигового (мартенситного) превращения. Диаграммы состояния двойных и тройных систем с непрерывным рядом твердых растворов, с эвтектическими, перитектическими и монотектическими равновесиями, с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися промежуточными фазами, с полиморфизмом компонентов. Термодинамический анализ диаграмм состояния. Отклонения от равновесия при кристаллизации сплавов в системах разного типа. Старение. Природа упрочнения при старении. Влияние температуры и продолжительности старения на механические и физические свойства сплавов. Перестаривание, ступенчатое старение. Влияние температуры нагрева под закалку и скорости охлаждения на формирование структуры и свойств сплавов при старении.

Методические указания по процедуре оценивания

Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
Опрос	Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный опрос (УГО).
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности: самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;

Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
	поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.
Индивидуальное задание	Индивидуальное задание тематически и содержательно соответствует теме диссертации. Преподаватель оценивает полноту содержания и правильность выполненного задания.
Зачет	Промежуточная аттестация по дисциплине проводится после 3 семестра преподавателем, реализующим дисциплину. Зачет проводится в соответствии с Положением о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации ТПУ. Итоговая оценка суммируется по результатам текущего контроля в семестре. Максимум 100 баллов, «не зачтено» – 0-54 балла, «зачтено» – 55-100 баллов.
Реферат	В рамках подготовки к кандидатскому экзамену по дисциплине «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» аспирант представляет реферат по тематике своего диссертационного исследования. Тема реферата должна быть согласована с научным руководителем диссертации. Проверку подготовленного реферата проводит член экзаменационной комиссии. При наличии оценки «зачтено» за реферат аспирант допускается к сдаче кандидатского экзамена. Требования к оформлению. Реферат выполняется на листах бумаги формата А4. Текст печатается на компьютере 14 шрифтом. Пробел между строками – 1,5 интервала. При написании текста необходимо соблюдать поля: левое – 25÷30 мм, правое – 10÷15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм. Все страницы реферата нумеруются и брошюруются. Объем работы должен составлять не менее 1-го авторского листа (не менее 24 стр.). Оригинальность текста реферата должна составлять 95%. Структура реферата включает титульный лист, лист рецензии, содержание, введение, основную часть, заключение, список использованной литературы. Титульный лист является первым листом реферата и заполняется по образцу. Содержание включает наименование глав, разделов, параграфов с указанием номера страницы, с которой они начинаются. Во введении раскрывается значение выбранной темы, степень ее исследованности, цель и задачи работы, формулируются основные положения темы и структура работы. Текст основной части делится на главы, разделы или параграфы, здесь излагается содержание работы. В основной части целесообразно выделение 2-3 вопросов, отражающих разные аспекты темы. В реферате важно привести различные точки зрения на проблему и дать им оценку. В заключении подводятся итоги рассмотрения темы. Приветствуется определение автором перспективных направлений по изучению проблемы. Страницы реферата нумеруются арабскими цифрами, соблюдается сквозная нумерация по всему тексту. Номер ставится внизу страницы по центру. Каждая глава (раздел) должна начинаться с новой страницы. Ссылки на источники, цитаты в тексте в квадратных скобках. Список использованной литературы дается в алфавитном порядке и должен содержать не менее 15 источников, из них не менее 50% последних пяти лет, из которых не менее половины последних двух лет.
Кандидатский экзамен	Промежуточная аттестация в 4 семестре по дисциплине «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» проводится по окончании курса и направлена на получение информации о владении содержанием курса в виде кандидатского экзамена. Прием кандидатских экзаменов осуществляется в комиссии, утвержденной приказом ректора, в составе которой должно участвовать не менее 3-х членов, очно и в устной форме. В случае особых обстоятельств допускается прием кандидатского экзамена в

Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
	режиме онлайн. Структура кандидатского экзамена дисциплины «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов». Экзаменационный билет включает в себя 3 вопроса. В случае возникновения спорной ситуации аспиранту задаются дополнительные вопросы, которые фиксируются в соответствующем разделе протокола экзамена. Критерии оценки ответа на кандидатском экзамене: Ответ оценивается на «Отлично» в том случае, если ответ соответствует следующим критериям: аспирант полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой и учебниками; изложил материал грамотным языком в необходимой последовательности; продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Возможны одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов. Ответ оценивается на «Хорошо» в том случае, если ответ в основном соответствует требованиям на отличную отметку, но при этом существует один из недостатков: допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора; допущена ошибка или более двух недочетов при ответе на второстепенные вопросы. Ответ оценивается на «Удовлетворительно» в том случае, если в процессе ответа не полностью или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала; аспирант не смог привести примеры для прояснения теории. Ответ оценивается как неудовлетворительный в том случае, если аспирант не смог раскрыть теоретическое содержание материала в минимальном объеме, предусмотренном программой; отсутствует последовательность изложение и употребление необходимой терминологии; Все ответы сопровождаются наводящими вопросами преподавателя.