

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии

Закреплена за подразделением Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 11

аудиторные занятия

119

самостоятельная работа

25

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | <b>11 (6.1)</b> |     | Итого |     |
|---|-----------------|-----|-------|-----|
|   | Неделя          |     | Итого |     |
|   | 18              |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП              | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 68              | 68  | 68    | 68  |
| Лабораторные                              | 17              | 17  | 17    | 17  |
| Практические                              | 34              | 34  | 34    | 34  |
| Итого ауд.                                | 119             | 119 | 119   | 119 |
| Контактная работа                         | 119             | 119 | 119   | 119 |
| Сам. работа                               | 25              | 25  | 25    | 25  |
| Часы на контроль                          | 36              | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 180             | 180 | 180   | 180 |

Программу составил(и):

*к.тн, доцент, Баутин Василий Анатольевич*

Рабочая программа

**Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов**

Протокол от 09.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения А.В. Дуб

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цель – дать понимание теоретических основ перспективных технологий, материалов и топологий.           |
| 1.2 | Задачи:   |
| 1.3 | 1. Научить правилам выбора перспективных технологий, материалов и топологий для различных приложений. |
| 1.4 | 2. Научить перспективным методам подготовки, исследования и обработки новых материалов и метаданных.  |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| Блок ОП:   |  | Б1.В.ДВ.21 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>   |            |
| 2.1.1      | Автоматизация машин и агрегатов ОМД  |            |
| 2.1.2      | Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов  |            |
| 2.1.3      | Инновационные технологии и оборудование ферросплавного производства                                    |            |
| 2.1.4      | Компьютерное проектирование и инжиниринг   |            |
| 2.1.5      | Методы аттестации наноструктурированных поверхностей   |            |
| 2.1.6      | Моделирование технологических процессов  |            |
| 2.1.7      | Основы теории сварки и пайки литых изделий   |            |
| 2.1.8      | Особенности получения высокоточных отливок   |            |
| 2.1.9      | Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы           |            |
| 2.1.10     | Производство прямовосстановленного железа  |            |
| 2.1.11     | Промышленная экология и технологии декарбонизации  |            |
| 2.1.12     | Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов                              |            |
| 2.1.13     | Современные производственные технологии  |            |
| 2.1.14     | Информационные технологии в деформационной обработке металлов  |            |
| 2.1.15     | Комплексное использование сырья и техногенных материалов   |            |
| 2.1.16     | Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения                 |            |
| 2.1.17     | Материаловедение и термообработка металлов и сплавов   |            |
| 2.1.18     | Материаловедение неметаллических материалов  |            |
| 2.1.19     | Методы исследования технологических процессов и оборудования   |            |
| 2.1.20     | Моделирование процессов и объектов в металлургии   |            |
| 2.1.21     | Наилучшие доступные технологии в металлургии   |            |
| 2.1.22     | Оборудование литейных цехов  |            |
| 2.1.23     | Основы аддитивных технологий   |            |
| 2.1.24     | Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов  |            |
| 2.1.25     | Производство легких металлов   |            |
| 2.1.26     | Производство отливок из сплавов цветных металлов   |            |
| 2.1.27     | Производство редких металлов   |            |
| 2.1.28     | Современные методы исследования металлических материалов   |            |
| 2.1.29     | Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования                         |            |
| 2.1.30     | Специальные способы литья  |            |
| 2.1.31     | Теория металлургических процессов  |            |
| 2.1.32     | Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем                           |            |
| 2.1.33     | Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов                                     |            |
| 2.1.34     | Экология металлургического производства  |            |
| 2.1.35     | Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях                            |            |
| 2.1.36     | Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза |            |
| 2.1.37     | Логистика вторичных ресурсов   |            |
| 2.1.38     | Металловедение, часть 2  |            |
| 2.1.39     | Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов  |            |
| 2.1.40     | Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ   |            |
| 2.1.41     | Модельное производство   |            |
| 2.1.42     | Огнеупоры металлургического производства   |            |
| 2.1.43     | Производство отливок из стали и чугуна   |            |
| 2.1.44     | Производство тяжелых цветных металлов  |            |

|            |   |
|------------|---|
| 2.1.45     | Разливка стали и спецэлектрометаллургия   |
| 2.1.46     | Технологические линии и комплексы ОМД   |
| 2.1.47     | Физико-механические свойства металлов   |
| 2.1.48     | Химия окружающей среды  |
| 2.1.49     | Современные инструментальные методы и средства контроля параметров работы металлургических агрегатов                  |
| 2.1.50     | Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД  |
| 2.1.51     | Конструирование литейной оснастки, раздел 1   |
| 2.1.52     | Металловедение, часть 1   |
| 2.1.53     | Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов  |
| 2.1.54     | Металлургия тяжелых цветных металлов  |
| 2.1.55     | Методы анализа структуры металлов и сплавов   |
| 2.1.56     | Метрология и измерительная техника  |
| 2.1.57     | Производство отливок из сплавов цветных металлов  |
| 2.1.58     | Современные методы производства сплошных и полых изделий  |
| 2.1.59     | Теория и технология производства стали в электропечах   |
| 2.1.60     | Теплотехника и экодизайн металлургических печей   |
| 2.1.61     | Технологии и оборудование для модификации поверхности   |
| 2.1.62     | Технология композиционных материалов  |
| 2.1.63     | Металлургия алюминия и магния   |
| 2.1.64     | Производство стали в конвертерах  |
| 2.1.65     | Процессы формования и спекания металлических порошков   |
| 2.1.66     | Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением                                       |
| 2.1.67     | Рециклинг металлов  |
| 2.1.68     | Теория термической обработки металлов и основы эксперимента   |
| 2.1.69     | Технология литейного производства   |
| 2.1.70     | Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов   |
| 2.1.71     | Инженерные расчеты в металлургии  |
| 2.1.72     | Методы исследования свойств металлов и сплавов  |
| 2.1.73     | Организация и математическое планирование эксперимента  |
| 2.1.74     | Органическая химия в металлургии  |
| 2.1.75     | Основы пиро- и гидрометаллургического производства  |
| 2.1.76     | Основы теории литейных процессов  |
| 2.1.77     | Потребительские свойства металлургической продукции   |
| 2.1.78     | Процессы получения металлических порошков   |
| 2.1.79     | Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий  |
| 2.1.80     | Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации                                       |
| 2.1.81     | Термодинамика и кинетика металлургических процессов   |
| 2.1.82     | Технологические измерения и приборы   |
| 2.1.83     | Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов  |
| 2.1.84     | ARTCAD  |
| 2.1.85     | Комплексное использование сырья и отходов глиноземной промышленности  |
| 2.1.86     | Обогащение руд  |
| 2.1.87     | Оборудование для процессов порошковой металлургии   |
| 2.1.88     | Оборудование и технологии сталеплавильных цехов   |
| 2.1.89     | Основы минералогии и петрографии  |
| 2.1.90     | Прикладная кристаллография  |
| 2.1.91     | Проектирование технологии изготовления отливок  |
| 2.1.92     | Теория промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов   |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1      | Научно-исследовательская работа   |
| 2.2.2      | Научно-исследовательская работа   |
| 2.2.3      | Научно-исследовательская работа   |

|        |  |
|--------|--|
| 2.2.4  | Научно-исследовательская работа  |
| 2.2.5  | Научно-исследовательская работа  |
| 2.2.6  | Научно-исследовательская работа  |
| 2.2.7  | Научно-исследовательская работа  |
| 2.2.8  | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.9  | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.10 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.11 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.12 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.13 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.14 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

|  |
|--|
| <b>ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий</b>   |
| <b>Знать:</b>  |
| ПК-3-31 Методы создания функциональных полиметаллических и композиционных материалов   |
| <b>ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов</b>              |
| <b>Знать:</b>  |
| ПК-1-31 Особенности производства сложнопрофильных изделий из новых материалов с использованием SLS, SLM, MIM технологий  |
| <b>ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий</b>   |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-3-У1 Использовать современные средства разработки для внедрения новых материаловедческих и технических решений с использованием новых методов исследований и программных сред                         |
| <b>ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов</b>              |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-1-У1 Применять методы модифицирования поверхности и систем защитных покрытий с использованием современных химических, электрохимических и физических методов на изделиях сложной геометрической формы |
| <b>ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий</b>   |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-3-В1 Оценки рационального использования технологии получения и материалов в различных условиях эксплуатации   |
| <b>ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов</b>              |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-1-В1 Выбора перспективной технологии получения и материалов для применения в различных условиях эксплуатации  |

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                   | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций              | Литература и эл. ресурсы                    | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|---|---|------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Производственные платформы и индустрия 4.0</b> |                |       |   |   |            |    |                    |
| 1.1         | Производственные платформы и индустрия 4.0 /Лек/            | 11             | 20    | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 |            |    |                    |

|   |  |    |    |  |  |  |  |    |
|---|--|----|----|--|--|--|--|----|
| 1.2   | Самостоятельная работа /Ср/                              | 11 | 23 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Э1 Э2 |  |  |    |
| <b>Раздел 2. Аддитивные и РИМ технологии</b>            |  |    |    |  |  |  |  |    |
| 2.1   | Аддитивные и РИМ технологии /Лек/                        | 11 | 20 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Э3 Э4 |  |  |    |
| 2.2   | Линейный закон окисления металлов /Пр/                   | 11 | 14 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1          |  |  |    |
| 2.3   | Параболический закон окисления металлов /Лаб/            | 11 | 4  | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1          |  |  |    |
| 2.4   | Ионно-электронная модель параболического окисления /Лаб/ | 11 | 4  | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1          |  |  |    |
| 2.5   | Логарифмический закон окисления металлов /Пр/            | 11 | 8  | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1          |  |  |    |
| 2.6   | Влияние температуры на скорость окисления металлов /Лаб/ | 11 | 4  | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1          |  |  |    |
| 2.7   | Защитные атмосферы /Лаб/                                 | 11 | 5  | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1          |  |  |    |
| 2.8   | Защитные свойства оксидных пленок на металлах /Пр/       | 11 | 12 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1          |  |  |    |
| 2.9   | Самостоятельная работа /Ср/                              | 11 | 2  | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1          |  |  | Р1 |
| <b>Раздел 3. Моделирование процессов и исследования</b> |  |    |    |  |  |  |  |    |
| 3.1   | Моделирование процессов и исследования /Лек/             | 11 | 12 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Э5    |  |  |    |

|     |   |    |    |  |   |  |  |  |
|-----|---|----|----|--|---|--|--|--|
|     | <b>Раздел 4. Методы производства порошков для аддитивных и PIM технологий</b> |    |    |  |   |  |  |  |
| 4.1 | Методы производства порошков для аддитивных и PIM технологий /Лек/            | 11 | 16 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1 |  |  |  |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций              | Вопросы для подготовки   |
|--------|-------------------------|---|--|
| КМ1    | Экзамен                 | ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какой/ие метод/ы анализа позволяет /ют осуществить исследование кристаллографических ориентаций материала</li> <li>2. Фактор концентрации напряжений <math>K_t</math> имеет следующую/ие зависимость/и расположения дефектов от расстояния до поверхности в материале, полученном методом СЛП</li> <li>3. С увеличением температуры водного электролита растворимость кислорода в нем</li> <li>4. Какой/ие легирующий/е элемент/ы применяют для алюминиевых анодов АВГЭ</li> <li>5. Какой/ие дефект/ы может/ут возникать в одиночном треке после СЛП титановых сплавов при малых плотностях энергии лазера и высоких скоростях сканирования (более 350 мм/с)</li> <li>6. Жаростойкость – это</li> <li>7. Метод энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС, EDS) позволяет</li> <li>8. В технологии селективного лазерного плавления лазерный луч является источником</li> <li>9. Какой/ие дефект/ы может/ут возникать в одиночном треке после СЛП титановых сплавов при больших плотностях энергии лазера и высоких скоростях сканирования (более 350 мм/с)</li> <li>10. Какая/ие существует/ют стратегия/и сканирования в технологии СЛП</li> </ol> |

#### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

| Код работы | Название работы      | Проверяемые индикаторы компетенций              | Содержание работы                   |
|------------|----------------------|---|-------------------------------------|
| P1         | Подготовка рефератов | ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1 | Рефераты по теме пройденных занятий |

#### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Контроль качества освоения дисциплины (модуля) включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку хода освоения дисциплины (модуля), промежуточная аттестация обучающихся - оценку промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (модулю).

Текущий контроль успеваемости включает в себя задания для самостоятельного выполнения и контрольные мероприятия по их проверке.

Итоговая оценка выставляется по результатам ответа на вопросы из экз.билета

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Основная образовательная программа подготовки магистра предусматривает Фонд оценочных средств (ФОС) как комплекс педагогических измерительных материалов и оценочных средств для определения качества результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся в ходе освоения, в частности, дисциплины (модуля). ФОС является составной частью учебно-методического обеспечения учебных дисциплин, служит для оценки успешности освоения обучаемыми дисциплины (модуля) и способствует повышению качества образовательного процесса.

Итоговая аттестация по дисциплине предусмотрена в виде зачета с оценкой.

Зачет отражает результат процесса формирования компетенций студента при изучении дисциплины и устанавливает уровень знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков.

Зачет выставляется студенту на зачетной неделе. Итоговая оценка рассчитывается, как среднее арифметическое оценок, полученных студентом в течение учебного семестра за тестовые задания и контрольных работы.

Итоговая оценка проставляется преподавателем, проводившим занятия. Зачет проставляется только при предъявлении студентом зачетной книжки и при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине (сведения фиксируются допуском в ведомости).

Промежуточные (по результатам текущих мероприятий) и окончательная оценка выставляется обучающимся на основе критериев уровней освоения компетенций (соотносятся с уровнями: «пороговый» – оценка «3», «продвинутый» – оценка «4» и «высокий» – оценка «5»).

Оценка «отлично» или «хорошо» ставится, если студент в течение учебного семестра выполнил все контрольные мероприятия, в которых продемонстрировал полное понимание изученного материала; обнаружил способность воспринимать специфику вопроса, дал правильное определение основных понятий, продемонстрировал способность обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, самостоятельно составленные; ответы на вопросы в контрольных заданиях не содержат фактические ошибки.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент давал ответы, удовлетворяющие тем же требованиям, т.е. обнаруживал понимание специфики вопроса, но при ответе не демонстрировал достаточной обоснованности суждений, и/или отчасти подменял рассуждения пересказом текста, и/или допускает одну фактическую ошибку.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаружил незнание большей части материала, неверно отвечал на вопрос, давал ответ, который содержатель-но не соотносится с поставленной задачей, допускал ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагал материал.

В том случае, если по результатам контрольных мероприятий, проводимых в текущем семестре, знания студента были оценены, как «неудовлетворительные», на зачет-ной неделе в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса, студент пишет итоговую зачетную работу, включающую вопросы по темам всех контрольных мероприятий, проводимых в семестре. Время, отведенное для написания итоговой зачетной работы, составляет 90 минут.

Текущий контроль проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

ФОС текущего контроля по дисциплине состоит из вопросов и заданий, составленных с учетом показателей оценки компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины. Результаты текущей аттестации обучающихся учитываются при выставлении оценки по промежуточной аттестации в случае полного выполнения обучающимися установленного учебного графика.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители  | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год  |
|------|--|---|------------------------|--|
| Л1.1 | Каменев С. В.,<br>Романенко К. С.  | Технологии аддитивного производства: учебное пособие  | Электронная библиотека | Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017 |
| Л1.2 | Дьячко А. Г.   | Математическое и имитационное моделирование производственных систем: монография   | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 2007                                   |
| Л1.3 | Либенсон Г. А.,<br>Лопатин В. Ю.,<br>Комарницкий Г. В.                           | Т.1: Производство металлических порошков  | Электронная библиотека | , 2001   |
| Л1.4 | Симонян Лаура Михайловна, Семин Александр Евгеньевич, Кочетов Александр Иванович | Современные методы и технологии специальной электрометаллургии и аддитивного производства. Теория и технология спецэлектрометаллургии (N 3095): курс лекций | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2017  |

| <b>6.1.2. Дополнительная литература</b> |                     |   |                        |                                |
|---|---------------------|---|------------------------|--------------------------------|
|   | Авторы, составители | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год              |
| Л2.1                                    | Витязь П. А.        | Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка: материалы конференций | Электронная библиотека | Минск: Белорусская наука, 2013 |
| Л2.2                                    | Витязь П. А.        | Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка: материалы конференций | Электронная библиотека | Минск: Белорусская наука, 2013 |
| Л2.3                                    |                     | Порошковая металлургия  | Библиотека МИСиС       | Киев: Наук. думка,             |

**6.1.3. Методические разработки**

|      | Авторы, составители  | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год      |
|------|--|---|------------------------|------------------------|
| Л3.1 | Пустов Юрий Александрович, Ракоч Александр Григорьевич, Баутин Василий Анатольевич | Коррозия и защита металлов в газовых средах: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия и 150700 - Физ. материаловедение, спец. 150701 - Физико-химия процессов и материалов, 150702 - Физика металлов | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2009 |

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

|    |   |   |
|----|---|---|
| Э1 | Alessandro Ceruti, Pier Marzocca, Alfredo Liverani, Ceas Bil<br><br>Maintenance in aeronautics in an Industry 4.0 context: The role of Augmented Reality and Additive Manufacturing<br><br>Journal of Computational Design and Engineering, Volume 6, Issue 4, October 2019, Pages 516–526, <a href="https://doi.org/10.1016/j.jcde.2019.02.001">https://doi.org/10.1016/j.jcde.2019.02.001</a> | <a href="https://academic.oup.com/jcde/article/6/4/516/5732347">https://academic.oup.com/jcde/article/6/4/516/5732347</a>                             |
| Э2 | Flávio Craveiro, José Pinto Duarte, Helena Bartolo, Paulo Jorge Bartolo<br><br>Additive manufacturing as an enabling technology for digital construction: A perspective on Construction 4.0<br><br>Automation in Construction<br>Volume 103, July 2019, Pages 251-267<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.011">https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.011</a>                | <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580518310781">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580518310781</a> |
| Э3 | Kirstie R. Ryan, Michael P. Down, Craig E. Banks<br><br>Future of additive manufacturing: Overview of 4D and 3D printed smart and advanced materials and their applications<br><br>Chemical Engineering Journal<br>Volume 403, 1 January 2021, 126162<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126162">https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126162</a>                                      | <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894720322907">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894720322907</a> |

|    |  |   |
|----|--|---|
| Э4 | Ali Dehghan-Manshadi, Peng Yu, Matthew Dargusch, David StJohn, Ma Qian<br><br>Metal injection moulding of surgical tools, biomaterials and medical devices: A review<br><br>Powder Technology<br>Volume 364, 15 March 2020, Pages 189-204<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.01.073">https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.01.073</a>                               | <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591020300863">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591020300863</a> |
| Э5 | Mahmood Sameezadeh, Sasan Hasanlou, Hossein Zafari, Majid Vaseghi<br><br>Numerical simulation and experimental investigation on a steam turbine blade fractured from the lacing hole<br><br>Engineering Failure Analysis<br>Volume 117, November 2020, 104809<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104809">https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104809</a> | <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350630720305380">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350630720305380</a> |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| П.1 | ThermoCalc                       |
| П.2 | Microsoft Office                 |
| П.3 | КОМПАС-3D v17                    |
| П.4 | SolidWorks Education 1000 CAMPUS |
| П.5 | ANSYS Academic Research CFD      |

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                               | Назначение        | Оснащение  |
|------------------------------------|-------------------|--|
| АВ-202                             | Учебная аудитория | видеопроектор, комплект учебной мебели   |
| АВ-202                             | Учебная аудитория | видеопроектор, комплект учебной мебели   |
| Читальный зал электронных ресурсов |                   | комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus. |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучение по дисциплине ведется с применением методов активных занятий и рейтинговых технологий. Используются методы активных практических занятий, рейтинговая технология, текущий тест-контроль усвоения курса. Для освоения теоретической части дисциплины студентам передаются электронные презентации, в которых рассматриваются основные теоретические положения, необходимые для решения практических задач и выполнения лабораторных работ.

Перед проведением практических занятий обучающимся рекомендуется дома самостоятельно просмотреть теоретический материал по тематике предстоящего занятия. По результатам проведения практических занятий, выполнения и защиты лабораторных работ студенты получают баллы, которые учитываются при проставлении итоговой оценки по дисциплине (зачет с оценкой).