

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 10.10.2023 14:47:43

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)

# Автогенные процессы цветной металлургии

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Металлы высоких технологий

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

76

самостоятельная работа

32

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 3 (2.1) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | 19      |     |       |     |
| Неделя                                    | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Вид занятий                               | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 38      | 38  | 38    | 38  |
| Практические                              | 38      | 38  | 38    | 38  |
| Итого ауд.                                | 76      | 76  | 76    | 76  |
| Контактная работа                         | 76      | 76  | 76    | 76  |
| Сам. работа                               | 32      | 32  | 32    | 32  |
| Часы на контроль                          | 36      | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 144     | 144 | 144   | 144 |

Программу составил(и):

*к.т.н., ст.преп., Быстров Сергей Валентинович*

Рабочая программа

**Автогенные процессы цветной металлургии**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-23-18.plx Металлы высоких технологий, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Металлы высоких технологий, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра цветных металлов и золота**

Протокол от 14.03.2023 г., №11

Руководитель подразделения Тарасов Вадим Петрович, д.т.н., профессор

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также приобретение студентами знаний, умений и навыков в области комплексной переработки сульфидного сырья цветных металлов на основе современных технологий. |
|-----|--|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.ДВ.02 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Научно-исследовательская практика   |            |
| 2.1.2      | Ресурсо- и энергосбережение в производстве легких редких металлов, ч.1  |            |
| 2.1.3      | Ресурсо- и энергосбережение в производстве редкоземельных металлов, ч.1   |            |
| 2.1.4      | Ресурсо- и энергосбережение в производстве тугоплавких редких металлов, ч.1   |            |
| 2.1.5      | Ресурсо- и энергосбережение в производстве тяжелых цветных металлов и сопутствующих элементов, ч.1                    |            |
| 2.1.6      | Современные методы и оборудование металлургии, машиностроения и материаловедения                                      |            |
| 2.1.7      | Инженерные расчеты  |            |
| 2.1.8      | Процессы и аппараты гидрометаллургического производства   |            |
| 2.1.9      | Процессы и аппараты пирометаллургического производства  |            |
| 2.1.10     | Процессы и аппараты электрометаллургического производства   |            |
| 2.1.11     | Python для анализа данных   |            |
| 2.1.12     | Инструменты цифрового менеджмента   |            |
| 2.1.13     | Оказание первой помощи пострадавшим   |            |
| 2.1.14     | Организация и математическое планирование эксперимента  |            |
| 2.1.15     | Основы проектирования и строительного дела  |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.2      | Преддипломная практика  |            |

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

|   |  |
|---|--|
| <b>ОПК-3: Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>  |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| ОПК-3-31 Основные положения системы менеджмента качества, требования, предъявляемые к качеству выполняемых научных исследований, требования к качеству продукции, производимой в области металлургии и металлообработки   |  |
| <b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>  |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| ОПК-4-31 Основные правила поиска и сбора информации, методы использования информации для подготовки и принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности  |  |
| <b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>   |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| УК-2-31 Знать принципы, методы и средства решения нестандартных задач в условиях неопределенности, альтернативные решения с использованием соответствующих методов  |  |
| <b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий</b> |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| УК-1-31 Методики и методы анализа продукции, процессов и систем в рамках междисциплинарных областей.  |  |

|   |
|---|
| <b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>  |
| <b>Уметь:</b>   |
| ОПК-4-У1 Применять базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности   |
| <b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| УК-2-У1 Решать нестандартные задачи профессиональной деятельности в условиях неопределенности, альтернативные решения с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов  |
| <b>ОПК-3: Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>  |
| <b>Уметь:</b>   |
| ОПК-3-У1 Применять основные методы достижения качества на практике, анализировать практику управления качеством на производственных предприятиях металлургической отрасли   |
| <b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>  |
| <b>Владеть:</b>   |
| ОПК-4-В1 Основными навыками работы с пакетами специализированных программ   |
| <b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b> |
| <b>Владеть:</b>   |
| УК-1-В1 Навыками анализа процессов и/или технологий для обоснованной оценки результатов в области, соответствующей образовательной программе  |
| <b>ОПК-3: Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>  |
| <b>Владеть:</b>   |
| ОПК-3-В1 Навыком применения основных требований стандарта качества в управлении деятельности в рамках проводимых исследований, знаниями управления качеством на производственных предприятиях металлургической отрасли  |

#### 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. Общая характеристика автогенных процессов</b>  |                |       |                                    |   |            |    |                    |
| 1.1         | Современное состояние и тенденции развития технологий переработки сульфидного сырья для получения цветных металлов. /Лек/                       | 3              | 2     | ОПК-4-31<br>ОПК-3-31 УК-2-31       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э3         |            |    |                    |
| 1.2         | Физико-химические принципы автогенных процессов, основные преимущества, технологические особенности, классификация автогенных технологий. /Лек/ | 3              | 2     | ОПК-4-31<br>ОПК-3-31 УК-1-31       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.4<br>Э1 Э3 |            |    |                    |

|  |  |   |    |  |   |  |     |  |    |
|--|--|---|----|--|---|--|-----|--|----|
| 1.3  | Подготовка реферата по заданной теме. /Ср/   | 3 | 22 | ОПК-4-31<br>ОПК-3-31<br>ОПК-3-У1 УК-2-У1 УК-1-В1<br>УК-1-31  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4 Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.4<br>Л2.8 Л2.9<br>Л2.10 Л2.11<br>Э1 Э2 Э3 |  |     |  | P1 |
| <b>Раздел 2. Автогенные плавки во взвешенном состоянии</b> |  |   |    |  |   |  |     |  |    |
| 2.1  | Процесс плавки во взвешенном состоянии. /Лек/  | 3 | 4  | ОПК-4-31<br>ОПК-3-31 УК-1-31                                 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.6Л2.2<br>Л2.4<br>Э1 Э2 Э3   |  |     |  |    |
| 2.2  | Процесс кислородно-факельной плавки. /Лек/   | 3 | 2  | ОПК-4-31<br>ОПК-3-31 УК-2-31 УК-1-31                         | Л1.1 Л1.2<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.9<br>Э1 Э2 Э3  |  |     |  |    |
| 2.3  | Кислородно-взвешенная электротермическая плавка. /Лек/   | 3 | 2  | ОПК-4-31<br>ОПК-3-31 УК-2-31 УК-1-31                         | Л1.1 Л1.2<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.9<br>Э1 Э2 Э3  |  |     |  |    |
| 2.4  | Процессы плавления и окисления сульфидного сырья. /Пр/   | 3 | 2  | ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1<br>ОПК-3-У1 УК-1-В1                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3                                  |  |     |  | P2 |
| 2.5  | Штейно- и шлакообразование при плавке руд и концентратов, потери цветных металлов со шлаками. /Пр/   | 3 | 4  | ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1<br>ОПК-3-У1 УК-1-В1                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3                                  |  |     |  | P3 |
| 2.6  | Конструкция плавильных печей, основное и вспомогательное оборудование. /Пр/  | 3 | 4  | ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1<br>ОПК-3-У1 УК-1-В1                     | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.4<br>Л2.9<br>Э1 Э2 Э3                          |  |     |  | P4 |
| 2.7  | Структура пирометаллургического процесса плавки сульфидного сырья, особенности отдельных стадий и превращений. Контрольная работа №1. /Пр/ | 3 | 4  | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-3-У1<br>ОПК-3-В1 УК-2-У1 УК-1-В1 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.5<br>Л2.8<br>Э1 Э2 Э3                     |  | КМ1 |  | P5 |
| <b>Раздел 3. Автогенные плавки в расплавах</b>             |  |   |    |  |   |  |     |  |    |
| 3.1  | Процессы "Мицубиси", "Норанда", "SKS" /Лек/  | 3 | 6  | ОПК-4-31<br>ОПК-3-31 УК-2-31 УК-1-31                         | Л1.1 Л1.2<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3   |  |     |  |    |
| 3.2  | Процесс "Аусмелт". /Лек/   | 3 | 4  | ОПК-4-31<br>ОПК-3-31 УК-1-31                                 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3   |  |     |  |    |
| 3.3  | Процесс Ванюкова (ПВ). /Лек/   | 3 | 8  | ОПК-4-31<br>ОПК-3-31 УК-2-31 УК-1-31                         | Л1.1 Л1.2<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.2<br>Л2.7 Л2.8<br>Л2.9 Л2.10<br>Л2.11<br>Э1 Э2 Э3           |  |     |  |    |

|   |  |   |    |   |  |  |     |     |
|---|--|---|----|---|--|--|-----|-----|
| 3.4   | Способы утилизации газов, пылей и шлаков автогенных процессов. /Пр/  | 3 | 4  | ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1<br>ОПК-3-У1 УК<br>-1-В1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.8<br>Л2.11<br>Э1 Э2 Э3                                      |  |     | Р6  |
| 3.5   | Современные методы обеднения шлаков медного и никелевого производства. /Пр/  | 3 | 4  | ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1<br>ОПК-3-У1 УК<br>-1-В1  | Л1.1 Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.4<br>Л2.7<br>Э1 Э2 Э3                                       |  |     | Р7  |
| 3.6   | Сопоставление технологических и технико-экономических показателей и перспективы различных автогенных технологий. /Пр/                | 3 | 4  | ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1<br>ОПК-3-У1 УК<br>-1-В1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.4<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3                               |  |     | Р8  |
| 3.7   | Технологические расчеты автогенных процессов. Расчет материального и теплового балансов процесса плавки. Контрольная работа №2. /Пр/ | 3 | 6  | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-3-У1 УК<br>-2-У1 УК-1-В1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.6<br>Э1 Э2 Э3                               |  | КМ2 | Р9  |
| <b>Раздел 4. Автогенные процессы в металлургии свинца</b> |  |   |    |   |  |  |     |     |
| 4.1   | Прямые (автогенные) способы переработки свинцовых концентратов на черновой свинец. /Лек/   | 3 | 8  | ОПК-4-31<br>ОПК-3-31 УК-<br>2-31 УК-1-31  | Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3  |  |     |     |
| 4.2   | Технологические расчеты процессов плавки свинцовых концентратов. /Пр/  | 3 | 6  | ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1<br>ОПК-3-У1 УК<br>-2-У1  | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3   |  |     | Р10 |
| 4.3   | Подготовка к сдаче экзамена по курсу /Ср/  | 3 | 10 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1<br>ОПК-3-31<br>ОПК-3-У1<br>ОПК-3-В1 УК-<br>2-31 УК-2-У1<br>УК-1-31 УК-1-<br>В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2 Л2.4<br>Л2.5 Л2.8<br>Л2.9Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ3 |     |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

| Код<br>КМ | Контрольное<br>мероприятие | Проверяемые<br>индикаторы<br>компетенций | Вопросы для подготовки |
|-----------|----------------------------|--|------------------------|
|-----------|----------------------------|--|------------------------|

|     |                       |                                   |  |
|-----|-----------------------|-----------------------------------|--|
| КМ1 | Контрольная работа №1 | ОПК-4-31;ОПК-3-31;УК-2-31;УК-1-31 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие требования предъявляются к современному автогенному процессу плавки сульфидного сырья?</li> <li>2. Как может быть компенсирован недостаток тепла от окисления сульфидов при плавке во взвешенном состоянии?</li> <li>3. Какие требования к качеству подготовки шихты предъявляет плавка во взвешенном состоянии?</li> <li>4. В чем основные причины высоких потерь меди со шлаками при осуществлении плавки во взвешенном состоянии?</li> <li>5. Обеспечивается ли при кислородно-факельной плавке высокая степень восстановления магнетита? Дайте обоснование Вашей точки зрения.</li> <li>6. Каково содержание сернистого ангидрида в газах финской плавки и каким образом оно может быть повышено? Дайте ориентировочный расчет.</li> <li>7. Какую температуру имеют отходящие газы финской плавки и какое количество тепла от общего количества они уносят?</li> <li>8. Какую удельную производительность имеют печи плавки во взвешенном состоянии и чем она лимитируется?</li> <li>9. Какими приемами можно регулировать температуру печи при кислородно-факельной плавке?</li> <li>10. В каком из процессов: отражательной плавке, финской технологии и кислородно-факельной плавке наибольший поток тепла на ванну? В какой наименьший?</li> </ol>   |
| КМ2 | Контрольная работа №2 | ОПК-4-31;ОПК-3-31;УК-2-31;УК-1-31 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие стадии и этапы включает любой автогенный процесс?</li> <li>2. Предложите конструкцию печи и условия ведения процесса, которые бы в наибольшей мере удовлетворяли всем современным требованиям к технологии переработки сульфидного сырья.</li> <li>3. Сопоставьте между собой достоинства и недостатки плавки Ванюкова и плавки во взвешенном состоянии.</li> <li>4. Какую удельную производительность могут иметь печи плавки в жидкой ванне с боковым дутьем?</li> <li>5. Какими приемами может быть существенно увеличена скорость коалесценции штейновых частиц и резко сокращено необходимое время отстаивания?</li> <li>6. В чем различия в механизмах плавления шихты при загрузке в барботируемую ванну расплава, при плавке в отражательной печи и плавках во взвешенном состоянии?</li> <li>7. Какие возможности представляются при использовании плавки ПВ для глубокого обеднения шлаков?</li> <li>8. Изобразите схематически устройство печи процесса "Норанда". Поясните принципы и условия ее работы. Какие достоинства и недостатки имеет этот процесс?</li> <li>9. Изобразите схематически устройство печи процесса "Аусмелт". Поясните принципы и условия ее работы. Какие достоинства и недостатки имеет этот процесс?</li> <li>10. Какие возможности имеет процесс ПВ для получения черновой меди в одну стадию? Сопоставьте возможности получения черновой меди при плавке ПВ и плавках во взвешенном состоянии.</li> </ol> |

|     |         |   |  |
|-----|---------|---|--|
| КМЗ | Экзамен | ОПК-4-31;ОПК-4-В1;ОПК-3-31;ОПК-3-У1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-31;УК-1-В1;ОПК-4-У1;ОПК-3-В1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технология и аппаратурное оформление процесса плавки во взвешенном состоянии. Основные показатели процесса.</li> <li>2. Сопоставьте между собой процесс «Айзасмелт» и процесс Ванюкова применительно к переработке сульфидного медного сырья. Отличия в механизмах протекания плавок, конструктивном оформлении процессов и ожидаемых показателях при переработке сырья одного и того же состава.</li> <li>3. Какие изменения в работе печи Ванюкова может вызвать увеличение уровня установки фурм над подиной (в период реконструкции печи)?</li> <li>4. При проектировании завода по переработке медного флотационного концентрата, содержащего 20 % Cu и 30 % S, какому из процессов: автогенной шахтной плавке (по пиритному способу с использованием кислородно-воздушного дутья) или процессу «Айзасмелт» следует отдать предпочтение? Сравните достоинства и недостатки этих процессов.</li> <li>5. Какая зависимость существует между составом штейна и содержанием меди в шлаке?</li> <li>6. Чем принципиально различаются отражательная плавка и автогенные процессы?</li> <li>7. Какие возможности имеются в настоящее время для утилизации серы отходящих газов различных пирометаллургических процессов?</li> <li>8. Автогенные плавки, их разновидности, Основное отличие от ОП и РП и основные преимущества автогенных процессов по сравнению с традиционными процессами плавки.</li> <li>9.Плавка "Мицубиси" – технология, конструкция, физико-химические процессы, характеристики продуктов, технико-экономические показатели, достоинства и основные недостатки.</li> <li>10. Плавка Ванюкова медных концентратов – технология, конструкция, физико-химические процессы, характеристики продуктов, технико-экономические показатели, достоинства и недостатки.</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         | Реферат                                   | ОПК-4-31;ОПК-3-31;ОПК-3-У1;УК-1-31;УК-1-В1;УК-2-У1  | <p>Примерные темы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбрать и обосновать технологию переработки медного концентрата с применением процесса Ванюкова.</li> <li>2. Разработать технологическую схему комплексной переработки медной руды с сопутствующим извлечением благородных металлов.</li> <li>3. Предложить технологическую схему и аппаратурное оформление процесса переработки медно-цинкового концентрата.</li> <li>4. Выбрать и обосновать технологию пирометаллургического обеднения шлаков медного производства.</li> <li>5. Сопоставить по технологическим, экономическим и экологическим показателям автогенные процессы в металлургии меди</li> </ol> |
| P2         | Практические занятия по разделу 2, тема 1 | ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-1-В1;ОПК-4-В1                  | Процессы плавления и окисления сульфидного сырья.   |
| P3         | Практические занятия по разделу 2, тема 2 | ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-1-В1;ОПК-4-В1                  | Штейно- и шлакообразование при плавке руд и концентратов, потери цветных металлов со шлаками  |
| P4         | Практические занятия по разделу 2, тема 3 | ОПК-3-У1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-1-В1                  | Конструкция плавильных печей, основное и вспомогательное оборудование.  |
| P5         | Практические занятия по разделу 2, тема 4 | ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-2-У1;УК-1-В1;ОПК-4-31;ОПК-3-В1 | Структура пирометаллургического процесса плавки сульфидного сырья, особенности отдельных стадий и превращений.  |
| P6         | Практические занятия по разделу 3, тема 1 | ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-1-В1;ОПК-4-В1                  | Способы утилизации газов, пылей и шлаков автогенных процессов   |

|     |   |  |  |
|-----|---|--|--|
| P7  | Практические занятия по разделу 3, тема 2 | ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-1-В1;ОПК-4-В1         | Современные методы обеднения шлаков медного и никелевого производства.   |
| P8  | Практические занятия по разделу 3, тема 3 | ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-1-В1;ОПК-4-В1         | Сопоставление технологических и технико-экономических показателей и перспективы различных автогенных технологий. |
| P9  | Практические занятия по разделу 3, тема 4 | ОПК-4-У1;УК-2-У1;УК-1-В1;ОПК-4-З1;ОПК-3-У1 | Технологические расчеты автогенных процессов. Расчет материального и теплового балансов процесса плавки.         |
| P10 | Практические занятия по разделу 4         | ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-2-У1;ОПК-3-У1         | Технологические расчеты процессов плавки свинцовых концентратов.   |

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

По курсу предусмотрен экзамен. Для допуска к экзамену студент должен подготовить и защитить реферат. В экзаменационном билете 2 теоретических вопроса. Билеты хранятся на кафедре.

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

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год            |
|------|---|---|------------------------|------------------------------|
| Л1.1 | Мечев В. В., Быстров В. П., Тарасов А. В., др.  | Автогенные процессы в цветной металлургии   | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1991        |
| Л1.2 | Ванюков А. В., Уткин Н. И.  | Комплексная переработка медного и никелевого сырья: Учебник для вузов                                   | Библиотека МИСиС       | Челябинск: Металлургия, 1988 |
| Л1.3 | Романтеев Юрий Павлович, Федоров Александр Николаевич, Быстров Сергей Валентинович, Комков Алексей Александрович, Быстров Валентин Петрович | Металлургия свинца: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Металлургия', спец. 'Металлургия цв. металлов' | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2005              |
| Л1.4 | Зайцев В. Я., Маргулис Е. В.  | Металлургия свинца и цинка: Учеб. пособие для вузов по спец. 'Металлургия цветных металлов'             | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1985        |
| Л1.5 | Ванюков А. В., Быстров В. П., Васкевич А. Д., др., Ванюков А. В.  | Плавка в жидкой ванне   | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1988        |

|   | Авторы, составители  | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год     |
|---|--|---|------------------------|-----------------------|
| Л1.6                                    | Худяков И. Ф.,<br>Тихонов А. И., Деев<br>В. И., Набойченко С.<br>С.  | Т.1: Metallургия меди   | Библиотека МИСиС       | , 1977                |
| <b>6.1.2. Дополнительная литература</b> |  |   |                        |                       |
|   | Авторы, составители  | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год     |
| Л2.1                                    | Гудима Н. В., Шейн<br>Я. П.  | Краткий справочник по<br>металлургии цветных<br>металлов  | Библиотека МИСиС       | М.: Metallургия, 1975 |
| Л2.2                                    | Тарасов А. В., Уткин<br>Н. И.  | Общая metallургия: Учебник<br>для студ. вузов, обуч. по<br>напр. 'Metallургия'  | Библиотека МИСиС       | М.: Metallургия, 1997 |
| Л2.3                                    | Романтеев Юрий<br>Павлович, Комков<br>Алексей<br>Александрович,<br>Федоров Александр<br>Николаевич, др.,<br>Быстров Валентин<br>Петрович | Расчеты в metallургии<br>свинца, цинка и кадмия:<br>учеб. пособие для студ. вузов<br>напр. 'Metallургия', спец.<br>'Metallургия цв. металлов'   | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2006       |
| Л2.4                                    | Худяков И. Ф.,<br>Тихонов А. И., Деев<br>В. И., Набойченко С.<br>С.  | Т.2: Metallургия никеля и<br>кобальта   | Библиотека МИСиС       | , 1977                |
| Л2.5                                    | Ванюков А. В.,<br>Зайцев В. Я.   | Теория<br>пиrometallургических<br>процессов   | Библиотека МИСиС       | М.: Metallургия, 1993 |
| Л2.6                                    | Федоров Александр<br>Николаевич, Быстров<br>Сергей<br>Валентинович,<br>Криволапова Ольга<br>Николаевна                                   | Технологические расчеты в<br>metallургии меди (N 3466):<br>учеб. пособие  | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2018     |
| Л2.7                                    | Камкин Р. И., Комков<br>Алексей<br>Александрович   | Оптимизация технологии<br>извлечения меди и<br>сопутствующих элементов<br>при барботажном<br>восстановительном<br>обеднении<br>многокомпонентных шлаков:<br>автореф. дис... к.т.н., спец.<br>05.16.02 - "Metallургия<br>черных, цветных и редких<br>металлов" | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2011     |
| Л2.8                                    | Рогачев М. Б.,<br>Быстров Валентин<br>Петрович   | Формирование отходящих<br>газов и пылей в процессе<br>Ванюкова и их<br>взаимодействие при<br>переработке сульфидного<br>медного сырья: автореф.<br>дис... к.т.н., спец. 05.16.02 -<br>"Metallургия черных,<br>цветных и редких металлов"                      | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2006     |
| Л2.9                                    | Ванюков А. В.,<br>Федоров А. Н.  | Комплексная переработка<br>медного и никелевого сырья :<br>Разд.: Metallургия тяжелых<br>цветных металлов :<br>Оборудование заводов<br>цветной metallургии  | Библиотека МИСиС       | М.: [МИСиС], 1979     |

|       | Авторы, составители                                      | Заглавие   | Библиотека       | Издательство, год |
|-------|--|--|------------------|-------------------|
| Л2.10 | Быстров В. П.,<br>Цесарский В. С.,<br>Быстров В. П., др. | Совершенствование процесса Ванюкова для плавки различных видов медного и медно-никелевого сырья в условиях Норильского ГМК: Заключительный | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1990 |
| Л2.11 | Быстров В. П., Бруэк В. Н., Комков А. А.                 | Совершенствование технологии плавки в жидкой ванне в направлении получения богатых штейнов и обеднения шлаков: Заключительный              | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1988 |

### 6.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители                                       | Заглавие  | Библиотека       | Издательство, год |
|------|---|---|------------------|-------------------|
| Л3.1 | Ванюков А. В.,<br>Уткин Н. И.,<br>Колосова Вера Сергеевна | Металлургия тяжелых цветных металлов: Вопросы для самопроверки и повторения: Ч.1. Metallurgy of copper and nickel | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1976 |

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

|    |  |   |
|----|--|---|
| Э1 | Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС      | <a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a> |
| Э2 | Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн | <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>         |
| Э3 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU       | <a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a>     |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |                      |
|-----|----------------------|
| П.1 | ESET NOD32 Antivirus |
| П.2 | Microsoft Office     |
| П.3 | LMS Canvas           |
| П.4 | MS Teams             |
| П.5 | Microsoft PowerPoint |
| П.6 | Microsoft Excel      |

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

|     |   |
|-----|---|
| И.1 | Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a> |
| И.2 | Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>    |
| И.3 | Государственная публичная научно-техническая библиотека <a href="http://www.gpntb.ru">www.gpntb.ru</a>      |
| И.4 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a>    |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                              | Назначение   | Оснащение  |
|-----------------------------------|--|--|
| Любой корпус<br>Учебная аудитория | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест   |
| Любой корпус<br>Мультимедийная    | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| Читальный зал №3 (Б)              |  | комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.     |
| К-211                             | Аудитория для самостоятельной работы   | 14 рабочих мест, персональный ЭВМ, подключенных к корпоративной сети НИТУ «МИСиС», сетевой принтер, столы, стулья  |

|       |                   |  |
|-------|-------------------|--|
| К-222 | Учебная аудитория | комплект учебной мебели на 42 рабочих мест, проектор, экран, доска |
|-------|-------------------|--|

### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Лекции и часть практических занятий проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.

Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail, и при личной явке.

Текущий контроль проводится в часы практических занятий.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.