



**Негосударственное частное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»**



20.10.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И  
ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ**

**Металлургия тяжелых цветных металлов**

|                         |  |  |
|-------------------------|--|--|
| Закреплена за кафедрой  | <b>металлургии</b>   |  |
| Учебный план            | Направление 22.03.02 Metallurgy Профиль подготовки "Metallurgy цветных металлов" |  |
| Квалификация            | <b>бакалавр</b>  |  |
| Форма обучения          | <b>очная</b>   |  |
| Общая трудоемкость      | <b>5 ЗЕТ</b>   |  |
| Часов по учебному плану | 180  | Виды контроля в семестрах:<br>экзамены 5 |
| в том числе:            |  |  |
| аудиторные занятия      | 84   |  |
| самостоятельная работа  | 69   |  |
| часов на контроль       | 27   |  |

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>) | 5 (3.1) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | 13 5/6  |     |       |     |
| Вид занятий                               | уп      | рп  | уп    | рп  |
| Лекции                                    | 28      | 28  | 28    | 28  |
| Лабораторные                              | 56      | 56  | 56    | 56  |
| Итого ауд.                                | 84      | 84  | 84    | 84  |
| Контактная работа                         | 84      | 84  | 84    | 84  |
| Сам. работа                               | 69      | 69  | 69    | 69  |
| Часы на контроль                          | 27      | 27  | 27    | 27  |
| Итого                                     | 180     | 180 | 180   | 180 |

Разработчик программы:

*д-р техн. наук, проф. кафедры, Жуков Владимир Петрович; ст. преподаватель, Холод Сергей Иванович; канд. техн. наук, доц. кафедры, Беляев Вячеслав Васильевич; канд. хим. наук, Загребин Сергей Анатольевич* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Металлургия тяжелых цветных металлов**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Metallургия Профиль подготовки "Metallургия цветных металлов"  
утвержденного учёным советом вуза от 20.10.2021 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**металлургии**

Протокол методического совета университета от 18.10.2021 г. № 6

Зав. кафедрой Лебедь А.Б., д-р техн. наук

| <b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>  |   |
|--|---|
| <p>-изучение физико-химических особенностей, технологии, основного оборудования металлургических операций, применяемых на современных предприятиях цветной металлургии;</p> <p>-изучение комплексного использования сырья, безотходных условий деятельности производства, минимизация энергетических затрат, охраны окружающей среды.</p>  |   |
| <b>1.1 Задачи</b>  |   |
| <p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <p>-готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач;</p> <p>-способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;</p> <p>-способность использовать процессный подход;</p> <p>-готовность проводить расчёты и делать выводы при решении инженерных задач;</p> <p>-способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке.</p> |   |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>  |   |
| Цикл (раздел) ОП:  | Б1.О.10   |
| <b>2.1</b>   | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |
| 2.1.1  | Высшая математика   |
| 2.1.2  | Иностранный язык  |
| 2.1.3  | Математические и естественно-научные аспекты профессиональной деятельности  |
| 2.1.4  | Методы контроля и анализа веществ   |
| 2.1.5  | Метрология, стандартизация и сертификация   |
| 2.1.6  | Основы коммуникации и правовой культуры   |
| 2.1.7  | Правоведение  |
| 2.1.8  | Прикладные аспекты физико-химических знаний   |
| 2.1.9  | Сопротивление материалов  |
| 2.1.10   | Теплофизика   |
| 2.1.11   | Физико-химия металлургических процессов и систем  |
| 2.1.12   | Основы безопасности металлургических технологий   |
| 2.1.13   | Основы формирования мировоззрения в профессиональной деятельности   |
| 2.1.14   | Физика  |
| 2.1.15   | Физическая химия  |
| 2.1.16   | Философия   |
| 2.1.17   | Экологические проблемы металлургического производства   |
| 2.1.18   | Экология  |
| 2.1.19   | Экономическая теория  |
| 2.1.20   | Всеобщая история  |
| 2.1.21   | Информатика   |
| 2.1.22   | История России  |
| 2.1.23   | Компьютерная графика  |
| 2.1.24   | Ознакомительная практика  |
| 2.1.25   | Основы кристаллографии и минералогии  |
| 2.1.26   | Русский язык и культура речи  |
| 2.1.27   | Учебная практика  |
| 2.1.28   | Химия металлов  |
| 2.1.29   | Безопасность жизнедеятельности  |
| 2.1.30   | Введение в специальность  |
| 2.1.31   | Химия   |
| <b>2.2</b>   | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1  | Информационное обеспечение металлургического производства   |
| 2.2.2  | Оборудование гидрометаллургических заводов  |
| 2.2.3  | Оборудование пирометаллургических заводов   |
| 2.2.4  | Основы проектирования металлургических предприятий  |

|  |   |
|--|---|
| 2.2.5  | Проектирование и логистика технологических процессов                        |
| 2.2.6  | Теоретические основы новых пирометаллургических процессов                   |
| 2.2.7  | Теория гидрOMETаллургических процессов                                      |
| 2.2.8  | Теория металлургических процессов   |
| 2.2.9  | Теория эксперимента   |
| 2.2.10   | Теория электрохимических процессов  |
| 2.2.11   | Физическая культура и спорт   |
| 2.2.12   | Автоматизация металлургических процессов                                    |
| 2.2.13   | Информационные технологии в металлургии                                     |
| 2.2.14   | Литейное производство   |
| 2.2.15   | Металлургия золота и серебра  |
| 2.2.16   | Металлургия легких и тугоплавких металлов                                   |
| 2.2.17   | Металлургия меди и сопутствующих элементов                                  |
| 2.2.18   | Металлургия черных металлов   |
| 2.2.19   | Моделирование процессов и объектов в металлургии                            |
| 2.2.20   | Обработка металлов давлением  |
| 2.2.21   | Современные технологии получения цветных металлов и сопутствующих элементов |
| 2.2.22   | Термообработка  |
| 2.2.23   | Государственная итоговая аттестация   |
| 2.2.24   | Защита выпускной квалификационной работы                                    |
| 2.2.25   | Металлургия свинца и сопутствующих элементов                                |
| 2.2.26   | Металлургия цинка и сопутствующих элементов                                 |
| 2.2.27   | Основы проектирования и строительное дело                                   |
| 2.2.28   | Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы             |
| 2.2.29   | Преддипломная практика  |
| 2.2.30   | Экономика и управление на предприятии                                       |
| <b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>  |   |
| <b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания</b>                                       |   |
| ИОПК-1.3: Владеет: навыками математического анализа и моделирования  |   |
| ИОПК-1.2: Умеет: выявлять причины несоответствия параметров технологического процесса, прогнозировать поведение процесса на основе математических моделей  |   |
| ИОПК-1.1: Знает: физико-химические основы и методы математического моделирования металлургических процессов получения цветных металлов   |   |
| <b>ОПК-2: Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений</b>                                  |   |
| ИОПК-2.2: Умеет: проектировать отдельные структурные компоненты новой технологии, объекта, системы   |   |
| ИОПК-2.1: Знает: основы проектирования технических объектов, систем и технологических процессов; основы экономических, экологических и социальных особенностей металлургического производства                |   |
| ИОПК-2.3: Владеет: навыками проектной деятельности   |   |
| <b>ОПК-4: Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</b>  |   |
| ИОПК-4.1: Знает: основы метрологии, методы обработки экспериментальных данных  |   |
| ИОПК-4.2: Умеет: использовать современные средства измерения, математический аппарат для обработки и анализа экспериментальных данных  |   |
| ИОПК-4.3: Владеет: навыками проведения измерений и их обработки  |   |
| <b>ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств</b> |   |
| ИОПК-5.3: Владеет: навыками анализа результатов выполнения научно-технических задач в профессиональной деятельности  |   |
| ИОПК-5.2: Умеет: применять информационные технологии и программное обеспечение для решения научно-исследовательских задач в области получения цветных металлов   |   |

|  |
|--|
| ИОПК-5.1: Знает: основы современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств   |
| <b>ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</b>   |
| ИОПК-6.2: Умеет: анализировать информацию о технологическом процессе по результатам мониторинга и принимать обоснованные решения   |
| ИОПК-6.3: Владеет: навыками выбора эффективных и безопасных технических средств и технологий   |
| ИОПК-6.1: Знает: основы технологических процессов получения цветных металлов   |
| <b>ОПК-7: Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли</b>   |
| ИОПК-7.1: Знает: основы составления и использования нормативных документов металлургической отрасли  |
| ИОПК-7.2: Умеет: анализировать, техническую документацию технологического процесса и принимать обоснованные решения  |
| ИОПК-7.3: Владеет: навыками составления и применения технической документации получения цветных металлов   |
| <b>ПК-1.1: Способен определять организационные и технические меры по выполнению производственных заданий плавильным переделом производства тяжелых цветных металлов</b>  |
| ИПК-1.1.2: Умеет: <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать качество и соответствие техническим условиям (технологическим регламентам) сырья (шихты) и энергоносителей (газ, мазут, коксик, сжатый воздух, кислород, азот);</li> <li>- регулировать процесс плавки на основе данных о составе переплавляемых материалов, показаний контрольно-измерительных приборов и визуальных наблюдений;</li> <li>- организовывать в зависимости от содержания металла и химического состава шихты ведение процесса плавки в режимах, обеспечивающих максимальное извлечение металла и выход годного;</li> <li>- корректировать процессы плавки добавлением флюсов и оборотных материалов, интенсивностью дутья.</li> </ul>  |
| ИПК-1.1.3: Владеет навыками: <ul style="list-style-type: none"> <li>- контроля состояния оборудования и вспомогательных материалов для процесса плавления в печи;</li> <li>- составления технической документации для ресурсного и организационного обеспечения процесса подготовки и ведения плавки, разлива металла;</li> <li>- мониторинга установленных режимов и контролируемых параметров ведения процессов плавки (переплавки и рафинирования цветных металлов, плавки руд, концентратов, агломерата, огарка и сплавов, фьюмингования, вельцевания, дистилляции, купеляции) в печах различных видов и типов;</li> <li>- выявления причин негативных изменений параметров и показателей процесса плавки;</li> <li>- определения мер по устранению неполадок в работе печных агрегатов и вспомогательного оборудования;</li> <li>- анализа результатов производственной деятельности подразделения за смену - расхода материально-технических ресурсов и энергоносителей, причин брака или снижения качества продукции (работ, услуг);</li> <li>- ведения учетной и технологической документации на бумажных и (или) электронных носителях</li> </ul>   |
| ИПК-1.1.1: Знает: <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство, назначение, технические характеристики, конструктивные особенности, правила обслуживания и эксплуатации применяемых в пирометаллургии плавильных агрегатов: отражательных, шахтных, руднотермических, обеднительных печей, печей Ванюкова, кислородно-взвешенной и кислородно-факельной плавки, электродуговых, индукционных печей, фьюминг-печей, вельц-печей, конвертеров, рафинировочных котлов;</li> <li>- схемы технологической обвязки печи, подающих и отводящих воздухопроводов, газоходов, электроснабжения, кислородных, газовых, паровых, водяных коммуникаций, систем циркуляции и охлаждения;</li> <li>- основные металлургические технологии производства тяжелых цветных металлов, физические процессы и химические реакции процесса плавки цветных металлов и сплавов;</li> <li>- факторы, влияющие на ход технологического процесса, и способы управления ими;</li> <li>- действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по составлению и оформлению технической и учетной документации;</li> <li>- специализированное программное обеспечение плавильного участка;</li> <li>- требования охраны труда, промышленной, экологической и пожарной безопасности на плавильном участке</li> </ul> |
| <b>ПК-1.2: Способен организовать работу работников плавильного передела производства тяжелых цветных металлов</b>  |
| ИПК-1.2.2: Умеет: <ul style="list-style-type: none"> <li>- контролировать соблюдение работниками технологических регламентов процесса плавки;</li> <li>- оценивать качество проведения работниками технической диагностики, текущих и капитальных ремонтов плавильного оборудования</li> </ul>   |
| ИПК-1.2.1: Знает: <ul style="list-style-type: none"> <li>- производственно-технические инструкции и технологические инструкции по процессам плавки;</li> </ul>   |

- значения предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;
- основы экономики, организации производства, труда и управления

ИПК-1.2.3: Владеет навыками:

- контроля выполнения производственных заданий и соблюдения работниками технологических инструкций и регламентов;
- организации выполнения работниками технического обслуживания, регламентных текущих и капитальных ремонтов оборудования на плавильном участке;
- контроля соблюдения работниками трудовой дисциплины, требований охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности

**ПК-1.3: Способен определять организационные и технические меры по выполнению производственных заданий конвертерным переделом производства тяжелых цветных металлов**

ИПК-1.3.3: Владеет навыками:

- контроля соблюдения требований технологических инструкций процесса конвертирования, оперативное выявление и устранение причин их нарушения;
- составление технической документации для ресурсного и организационного обеспечения процесса конвертирования;
- руководства заливкой штейна, загрузкой кварцевого флюса и холодных оборотов в конвертер;
- мониторинга соблюдения установленных параметров процесса конвертирования, давления, расхода конвертерного воздуха, температуры, концентрации двуокиси серы в отходящих газах, разрежения в пылевой камере;
- определения мер по устранению причин нарушения режимных карт конвертирования;
- ведения учетной и технологической документации на бумажных и (или) электронных носителях

ИПК-1.3.2: Умеет:

- анализировать соблюдение режимов в процессе конвертирования, обеспечивающих получение максимального извлечения металла и максимального выхода годного;
- корректировать параметры процесса плавки - давление, расход конвертерного воздуха, температуру и концентрацию двуокиси серы в отходящих газах, разрежение в пылевой камере, состав конвертерных шлаков;
- визуально и с использованием приборов контролировать ход конвертерной плавки, определять стадии и время окончания технологического процесса, готовность металла к выпуску, готовность шлака к сливу из конвертера;
- рассчитывать материальные и энергетические потоки процесса конвертирования.

ИПК-1.3.1: Знает:

- устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, технические характеристики, принципы работы и правила эксплуатации механизмов конвертера горизонтального и вертикального типа, пусковых и блокирующих устройств, контрольно-измерительных приборов, систем аварийной сигнализации, приспособлений и инструментов;
- конвертерные технологии производства меди, никеля;
- физико-химические свойства, состав жидкого штейна, шихтовых, заправочных материалов, лигатуры и отходящих газов;
- способы выявления и устранения неисправностей в работе конвертерного оборудования;
- технологические инструкции по выплавке металлов в конвертере;
- специализированное программное обеспечение участка конвертирования;
- требования охраны труда, промышленной, экологической и пожарной безопасности на участке конвертирования.

**ПК-1.4: Способен организовать работы работников конвертерного передела производства тяжелых цветных металлов**

ИПК-1.4.2: Умеет:

- контролировать работу работников по соблюдению регламентов процесса конвертирования;
- определять визуально и по контрольно-измерительным приборам соблюдение заданных режимов процесса конвертирования;
- выбирать наиболее эффективный вариант решения работниками поставленных задач с учетом возможностей, ресурсов, рисков

ИПК-1.4.1: Знает:

- производственно-технические инструкции и технологические инструкции процесса конвертирования;
- требования стандартов и технических условий, предъявляемые к продукции, выпускаемой участком конвертирования;
- значения предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;
- основы экономики, организации производства, труда и управления

ИПК-1.4.3: Владеет навыками:

- контроля выполнения производственных заданий и соблюдения работниками технологических инструкций и регламентов;

- организации выполнения работниками технического обслуживания, регламентных текущих и капитальных ремонтов оборудования на участке конвертирования;
- контроля соблюдения работниками трудовой дисциплины, требований охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности

**ПК-1.5: Способен определять организационные и технические меры по выполнению производственных заданий в отделениях основных операций процесса гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов**

ИПК-1.5.3: Владеет навыками:

- проверки технического состояния основного, вспомогательного оборудования и технологической обвязки агрегатов гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов;
- разработки мер по устранению переходящих и профилактике типовых причин отклонений от установленных режимов работы, неполадок и внеплановых простоев оборудования;
- определения мер по предупреждению брака и повышению качества переработки поступающих в гидрометаллургическое производство материалов;
- принятия решений о режимах обработки поступивших в переработку шихты, растворов, пульпы, гидратов, спеков, шламов, оборотных растворов, промывных и сточных вод, продуктов выщелачивания и классификации;
- организации технически правильной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования, технологической обвязки и контрольно-измерительных устройств в отделении основных операций гидрометаллургического производства;
- ведения учетной и технологической документации на бумажных и (или) электронных носителях в отделении гидрометаллургического производства

ИПК-1.5.2: Умеет:

- использовать информационные технологии и средства для анализа и проведения расчетов параметров, режимов и показателей процесса гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов;
- выдерживать технологические режимы на заданном уровне по показаниям контрольно-измерительных приборов и данным анализам;
- корректировать ключевые параметры технологических процессов гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов, влияющие на качество получаемой продукции;
- управлять процессами гидрометаллургической переработки руд и концентратов тяжелых цветных металлов, промывных, промывных и сточных вод;
- контролировать правильность настройки параметров технологических агрегатов гидрометаллургического производства;
- выявлять нарушения правил эксплуатации и технического обслуживания оборудования гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов

ИПК-1.5.1: Знает:

- расположение, устройство, назначение, принцип действия, технические характеристики, правила обслуживания и эксплуатации гидрометаллургического оборудования (в том числе сосудов, работающих под давлением) и технологической арматуры (запорной и регулирующей арматуры, системы трубопроводов, насосного хозяйства, дозировочных и подающих устройств и механизмов), применяемых контрольно-измерительных приборов, средств автоматики и сигнализации в отделении основных операций гидрометаллургического производства;
- производственно-технические, технологические инструкции по ведению операций гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов;
- способы выявления и регламент действий по устранению выявленных неисправностей и отклонений в режимах работы оборудования в отделении основных операций гидрометаллургического производства;
- теорию и технологию гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов;
- инструкции по обеспечению сохранности драгоценных металлов и продуктов, содержащих драгоценные металлы;
- требования охраны труда, производственной санитарии, промышленной, экологической, пожарной и химической безопасности в отделении основных операций гидрометаллургического производства.

**ПК-1.6: Способен организовать работы работников отделений основных операций процесса гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов**

ИПК-1.6.2: Умеет:

- определять визуально и по контрольно-измерительным приборам соблюдение заданных режимов на агрегатах отделения гидрометаллургического производства;
- оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в отделении гидрометаллургического производства

ИПК-1.6.1: Знает:

- производственно-технические и технологические инструкции, технологические карты, регламенты, регулирующие порядок и правила ведения процессов в отделении гидро-металлургического производства;
- физико-химические процессы, используемые в гидрометаллургическом производстве тяжелых цветных металлов;



- инструкции по обеспечению сохранности драгоценных металлов и продуктов, содержащих драгоценные металлы;
- основы экономики, организации производства, труда и управления в гидрометаллургическом производстве;
- основы менеджмента и корпоративной этики, принципы повышения качества трудовой жизни коллектива

ИПК-1.6.3:

Владеет навыками:

- контроля выполнения производственных заданий и соблюдения работниками технологических инструкций и регламентов;
- корректировки действий работников при отклонениях и сбоях в ведении основных операций процесса производства тяжелых цветных металлов;
- контроля соблюдения работниками требований охраны труда, пожарной, промышленной, химической и экологической безопасности

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

ИУК-1.1: Находит и анализирует имеющуюся информацию для решения поставленных задач

ИУК-1.3: Анализирует предлагаемое решение с учетом его достоинств и недостатков

ИУК-1.2: Предлагает пути решения задачи на основе системного подхода

**УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений**

ИУК-2.1: Определяет сроки, ресурсы, исполнителей для решения задачи

ИУК-2.3: Проводит технико – экономическое обоснование, анализирует адекватность принимаемых решений с учетом действующих правовых норм

ИУК-2.2: Определяет оптимальные способы решения задач

**УК-4: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)**

ИУК-4.1: Выбирает коммуникативные технологии общения на государственном и иностранном языках

ИУК-4.3: Выполняет перевод профессиональных текстов с иностранного (-ых) на государственный язык и обратно

ИУК-4.2: Осуществляет деловую переписку на государственном и иностранном языках

**УК-9: Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах**

ИУК-9.1: Применяет базовые дефектологические знания во всех сферах деятельности

ИУК-9.3: Совершенствует дефектологические знания

ИУК-9.2: Выбирает методы и приемы оценки профессиональной среды

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

|            |  |
|------------|--|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>  |
| 3.1.1      | 1. Принципы действия оборудования, используемого в технологических процессах.  |
| 3.1.2      | 2. Теоретические положения металлургических процессов, используемых для комплексной переработки первичного сырья тяжелых цветных металлов.                               |
| 3.1.3      | 3. Методологические основы процессного подхода.  |
| 3.1.4      | 4. Основные методы расчета при решении инженерных задач.   |
| 3.1.5      | 5. Принципы и направлений автоматизации технологических процессов.   |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>  |
| 3.2.1      | 1. Выбирать методы анализа технико-экономических показателей процессов цветной металлургии, влияющих на качество продукции.  |
| 3.2.2      | 2. Использовать методологию технологических расчетов для выбора основного и вспомогательного оборудования с учетом энерго-и ресурсосбережения и охраны окружающей среды. |
| 3.2.3      | 3. Формулировать задачи процессного подхода при переработке руд цветных металлов.  |
| 3.2.4      | 4. Формулировать инженерные задачи.  |
| 3.2.5      | 5. Выбирать необходимый математический аппарат для оценки степени контроля параметров оборудования.  |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>  |
| 3.3.1      | 1. Навыками контроля технологических процессов и принимать обоснованные решения.   |
| 3.3.2      | 2. Навыками выполнять технологические расчеты по выбору основного оборудования с использованием существующих ИТ-технологий.  |
| 3.3.3      | 3. Навыками реализовывать задачи процессного подхода получения цветных металлов.   |
| 3.3.4      | 4. Навыками расчёта и интерпретации их результатов.  |

| 3.3.5  | 5. Навыками выбора необходимого математического аппарата для оценки степени контроля параметров оборудования.   |                |       |  |                                      |         |            |            |
|--|---|----------------|-------|--|--------------------------------------|---------|------------|------------|
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |   |                |       |  |                                      |         |            |            |
| Код занятия  | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Компетенции  | Литература                           | Ресурсы | Инте ракт. | Примечание |
|  | <b>Раздел 1. Металлургия меди</b>   |                |       |  |                                      |         |            |            |
| 1.1  | <p>История развития отечественной металлургии меди. Роль меди в экономике государства. Районы производства меди. Уровень производства и структура потребления меди. Роль ученых страны и Урала в металлургии меди и никеля. Комплексная переработка медного сырья. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Способы приготовления шихты. Окускование шихтовых материалов. Физико-химические принципы металлургии меди. Штейны и шлаки. Снижение потерь металлов со шлаками. Обжиг медных концентратов. Виды обжига и их физико-химические принципы. Поведение сульфидных минералов, редких элементов и компонентов пустой породы. Практика обжига, конструкция печей, тепловой режим. Основные показатели обжига медьсодержащих концентратов. Повышение комплексности использования сырья, схемы очистки и утилизации отходящих газов. Переработка сырья в отражательных, шахтных, электротермических печах, печах автогенной плавки. Штейно-шлакообразование. Общая конструкция печей. Поведение и влияние составляющих шихты на процесс плавки. Конструкция печи. Применение подогретого дутья, обогащенного кислородом. Утилизация тепла отходящих газов и повышение теплового КПД печи. Влияние железа (III) на показатели плавки. Конвертирование. Теория и практика конвертирования. Конструкция конвертеров. Рациональные способы переработки конвертерных шлаков. Анодное рафинирование. Конструкция и показатели работы печей анодного рафинирования. Очистка газов от пыли, утилизация диоксида серы и ВЭР. Электролитическое рафинирование. Теория, практика и показатели электролитического рафинирования. Техно-экономические показатели по стадиям производства меди. /Лек/</p> | 5              | 6     | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 |         | 0          |            |

|     |   |   |    |  |                                      |   |  |
|-----|---|---|----|--|--------------------------------------|---|--|
| 1.2 | <p>История развития отечественной металлургии меди. Роль меди в экономике государства. Районы производства меди. Уровень производства и структура потребления меди. Роль ученых страны и Урала в металлургии меди и никеля. Комплексная переработка медного сырья. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Способы приготовления шихты. Окускование шихтовых материалов. Физико-химические принципы металлургии меди. Штейны и шлаки. Снижение потерь металлов со шлаками. Обжиг медных концентратов. Виды обжига и их физико-химические принципы. Поведение сульфидных минералов, редких элементов и компонентов пустой породы. Практика обжига, конструкция печей, тепловой режим. Основные показатели обжига медьсодержащих концентратов. Повышение комплексности использования сырья, схемы очистки и утилизации отходящих газов. Переработка сырья в отражательных, шахтных, электротермических печах, печах автогенной плавки. Штейно-шлакообразование. Общая конструкция печей. Поведение и влияние составляющих шихты на процесс плавки. Конструкция печи. Применение подогретого дутья, обогащенного кислородом. Утилизация тепла отходящих газов и повышение теплового КПД печи. Влияние железа (III) на показатели плавки. Конвертирование. Теория и практика конвертирования. Конструкция конвертеров. Рациональные способы переработки конвертерных шлаков. Анодное рафинирование. Конструкция и показатели работы печей анодного рафинирования. Очистка газов от пыли, утилизация диоксида серы и ВЭР. Электролитическое рафинирование. Теория, практика и показатели электролитического рафинирования. Технико-экономические показатели по стадиям производства меди. /Лаб/</p> | 5 | 14 | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 | 0 |  |
|-----|---|---|----|--|--------------------------------------|---|--|

|                    |   |                       |              |  |                                      |                |                   |                   |
|--------------------|---|-----------------------|--------------|--|--------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 1.3                | История развития отечественной металлургии меди. Роль меди в экономике государства. Районы производства меди. Уровень производства и структура потребления меди. Роль ученых страны и Урала в металлургии меди и никеля. Комплексная переработка медного сырья. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Способы приготовления шихты. Окускование шихтовых материалов. Физико-химические принципы металлургии меди. Штейны и шлаки. Снижение потерь металлов со шлаками. Обжиг медных концентратов. Виды обжига и их физико-химические принципы. Поведение сульфидных минералов, редких элементов и компонентов пустой породы. Практика обжига, конструкция печей, тепловой режим. Основные показатели обжига медьсодержащих концентратов. Повышение комплексности использования сырья, схемы очистки и утилизации отходящих газов. Переработка сырья в отражательных, шахтных, электротермических печах, печах автогенной плавки. Штейно-шлакообразование. Общая конструкция печей. Поведение и влияние составляющих шихты на процесс плавки. Конструкция печи. Применение подогретого дутья, обогащенного кислородом. Утилизация тепла отходящих газов и повышение теплового КПД печи. Влияние железа (III) на показатели плавки. Конвертирование. Теория и практика конвертирования. Конструкция конвертеров. Рациональные способы переработки конвертерных шлаков. Анодное рафинирование. Конструкция и показатели работы печей анодного рафинирования. Очистка газов от пыли, утилизация диоксида серы и ВЭР. Электролитическое рафинирование. Теория, практика и показатели электролитического рафинирования. Технико-экономические показатели по стадиям производства меди. /Ср/ | 5                     | 12           | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 |                | 0                 |                   |
| <b>Код занятия</b> | <b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>  | <b>Семестр / Курс</b> | <b>Часов</b> | <b>Компетенции</b>   | <b>Литература</b>                    | <b>Ресурсы</b> | <b>Инте ракт.</b> | <b>Примечание</b> |
|                    | <b>Раздел 2. Металлургия никеля</b>   |                       |              |  |                                      |                |                   |                   |

|     |  |   |   |  |                                      |   |  |
|-----|--|---|---|--|--------------------------------------|---|--|
| 2.1 | <p>Химико-металлургические свойства никеля и его соединений. Сырьевая база. Окискование оксидных никелевых и сульфидных медно-никелевых руд, и концентратов. Плавка оксидных никелевых руд на штейн. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Подготовка руд к плавке: брикетирование, агломерация, окатывание. Физико-химические основы и аппаратурное оформление процессов. Техничко-экономические показатели методов окискования и направления их усовершенствования. Восстановительно-сульфидирующая плавка, ее физико-химические основы. Механизм штейно- и шлакообразования. Роль кокса при шахтной плавке. Шлаки шахтной плавки. Никелевые штейны и их особенности. Практика процесса. Особенности конструкции шахтной печи, отстойного горна. Конвертирование никелевых штейнов, обжиг файнштейна, электроплавка на огневой никель. Поведение никеля, кобальта, меди и железа. Особенности конвертирования штейнов. Состав и свойства файнштейна, конверторных шлаков. Техничко-экономические показатели процесса. Пути повышения стойкости футеровки конвертеров. Электроплавка на огневой никель. Физико-химические основы операции обжига файнштейна. Аппаратурное оформление и показатели окислительного и сульфато-хлорирующего обжига. Электроплавка оксида никеля на металл. Химизм основных стадий. Практика и аппаратурное оформление процесса. Техничко-экономические показатели восстановительной электроплавки. Электролитическое рафинирование никеля. Поведение примесей, анодный и катодный процессы. Очистка анолита от примесей меди, железа, кобальта и цинка. Новые направления в пирометаллургии оксидных никелевых руд. Перспективы использования барботажных и автоклавных процессов. Интенсификация технологий за счет кислорода, высокотемпературного дутья. Автогенные процессы. Техничко-экономические показатели процессов при производстве никеля. Пути снижения затрат топливно-энергетических ресурсов.</p> <p>/Лек/</p> | 5 | 4 | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 | 0 |  |
|-----|--|---|---|--|--------------------------------------|---|--|

|     |  |   |    |  |                                      |   |  |
|-----|--|---|----|--|--------------------------------------|---|--|
| 2.2 | <p>Химико-металлургические свойства никеля и его соединений. Сырьевая база. Окускование оксидных никелевых и сульфидных медно-никелевых руд, и концентратов. Плавка оксидных никелевых руд на штейн. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Подготовка руд к плавке: брикетирование, агломерация, окатывание. Физико-химические основы и аппаратурное оформление процессов. Техничко-экономические показатели методов окускования и направления их усовершенствования. Восстановительно-сульфидирующая плавка, ее физико-химические основы. Механизм штейно- и шлакообразования. Роль кокса при шахтной плавке. Шлаки шахтной плавки. Никелевые штейны и их особенности. Практика процесса. Особенности конструкции шахтной печи, отстойного горна. Конвертирование никелевых штейнов, обжиг файнштейна, электроплавка на огневой никель. Поведение никеля, кобальта, меди и железа. Особенности конвертирования штейнов. Состав и свойства файнштейна, конверторных шлаков. Техничко-экономические показатели процесса. Пути повышения стойкости футеровки конвертеров. Электроплавка на огневой никель. Физико-химические основы операции обжига файнштейна. Аппаратурное оформление и показатели окислительного и сульфато-хлорирующего обжига. Электроплавка оксида никеля на металл. Химизм основных стадий. Практика и аппаратурное оформление процесса. Техничко-экономические показатели восстановительной электроплавки. Электролитическое рафинирование никеля. Поведение примесей, анодный и катодный процессы. Очистка анолита от примесей меди, железа, кобальта и цинка. Новые направления в пирометаллургии оксидных никелевых руд. Перспективы использования барботажных и автоклавных процессов. Интенсификация технологий за счет кислорода, высокотемпературного дутья. Автогенные процессы. Техничко-экономические показатели процессов при производстве никеля. Пути снижения затрат топливно-энергетических ресурсов.</p> <p>/Лаб/</p> | 5 | 14 | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 | 0 |  |
|-----|--|---|----|--|--------------------------------------|---|--|

|                    |   |                       |              |  |                                      |                |                   |                   |
|--------------------|---|-----------------------|--------------|--|--------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 2.3                | <p>Химико-металлургические свойства никеля и его соединений. Сырьевая база. Окисление оксидных никелевых и сульфидных медно-никелевых руд, и концентратов. Плавка оксидных никелевых руд на штейн. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Подготовка руд к плавке: брикетирование, агломерация, окатывание. Физико-химические основы и аппаратурное оформление процессов. Техничко-экономические показатели методов окисления и направления их усовершенствования. Восстановительно-сульфидирующая плавка, ее физико-химические основы. Механизм штейно- и шлакообразования. Роль кокса при шахтной плавке. Шлаки шахтной плавки. Никелевые штейны и их особенности. Практика процесса. Особенности конструкции шахтной печи, отстойного горна. Конвертирование никелевых штейнов, обжиг файнштейна, электроплавка на огневой никель. Поведение никеля, кобальта, меди и железа. Особенности конвертирования штейнов. Состав и свойства файнштейна, конверторных шлаков. Техничко-экономические показатели процесса. Пути повышения стойкости футеровки конвертеров. Электроплавка на огневой никель. Физико-химические основы операции обжига файнштейна. Аппаратурное оформление и показатели окислительного и сульфато-хлорирующего обжига. Электроплавка оксида никеля на металл. Химизм основных стадий. Практика и аппаратурное оформление процесса. Техничко-экономические показатели восстановительной электроплавки. Электролитическое рафинирование никеля. Поведение примесей, анодный и катодный процессы. Очистка анолита от примесей меди, железа, кобальта и цинка. Новые направления в пирометаллургии оксидных никелевых руд. Перспективы использования барботажных и автоклавных процессов. Интенсификация технологий за счет кислорода, высокотемпературного дутья. Автогенные процессы. Техничко-экономические показатели процессов при производстве никеля. Пути снижения затрат топливно-энергетических ресурсов.</p> <p>/Ср/</p> | 5                     | 12           | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 |                | 0                 |                   |
| <b>Код занятия</b> | <b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>  | <b>Семестр / Курс</b> | <b>Часов</b> | <b>Компетенции</b>   | <b>Литература</b>                    | <b>Ресурсы</b> | <b>Инте ракт.</b> | <b>Примечание</b> |

|     | <b>Раздел 3. Metallургия сульфидных медно-никелевых руд</b>   |   |   |  |                                      |   |  |  |
|-----|---|---|---|--|--------------------------------------|---|--|--|
| 3.1 | <p>Плавка руд и концентратов на штейн. Особенности сульфидных медно-никелевых руд и концентратов. Подготовка сырья к плавке. Разновидности плавок медно-никелевого сырья на штейн. Плавка в электрических печах. Особенности физико-химических процессов при электроплавке. Характеристика электропечей. Техничко-экономические показатели и пути совершенствования электроплавки. Конвертирование штейнов. Особенности химизма, практика и оборудование при конвертировании медно-никелевых штейнов. Анализ способов переработки фэйнштейна. Основы его разделения флотацией. Параметры процесса, состав получаемых концентратов, распределение элементов. Карбонильный процесс, его теоретические основы. Применяемая аппаратура. Техничко-экономические показатели. Обжиг и электроплавка на аноды. Особенности окислительного обжига никелевого концентрата. Предварительное восстановление огарка. Показатели процессов. Утилизация серы и тепла отходящих газов. Получение никелевого порошка в печах КС. Электроплавка огарка на аноды. Применяемое оборудование и показатели его работы. Пути совершенствования технологий в переработке сульфидного медно-никелевого сырья. Автогенные, барботажные и автоклавные процессы в металлургии медно-никелевых руд и концентратов. Вопросы снижения энергозатрат, защиты окружающей среды. Техничко-экономические показатели при переработке медно-никелевого сырья.<br/>/Лек/</p> | 5 | 2 | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 | 0 |  |  |



|                    |   |                       |              |  |                                      |                |                   |                   |
|--------------------|---|-----------------------|--------------|--|--------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 3.2                | <p>Плавка руд и концентратов на штейн. Особенности сульфидных медно-никелевых руд и концентратов. Подготовка сырья к плавке. Разновидности плавок медно-никелевого сырья на штейн. Плавка в электрических печах. Особенности физико-химических процессов при электроплавке. Характеристика электропечей. Техничко-экономические показатели и пути совершенствования электроплавки. Конвертирование штейнов. Особенности химизма, практика и оборудование при конвертировании медно-никелевых штейнов. Анализ способов переработки файнштейна. Основы его разделения флотацией. Параметры процесса, состав получаемых концентратов, распределение элементов. Карбонильный процесс, его теоретические основы. Применяемая аппаратура. Техничко-экономические показатели. Обжиг и электроплавка на аноды. Особенности окислительного обжига никелевого концентрата. Предварительное восстановление огарка. Показатели процессов. Утилизация серы и тепла отходящих газов. Получение никелевого порошка в печах КС. Электроплавка огарка на аноды. Применяемое оборудование и показатели его работы. Пути совершенствования технологий в переработке сульфидного медно-никелевого сырья. Автогенные, барботажные и автоклавные процессы в металлургии медно-никелевых руд и концентратов. Вопросы снижения энергозатрат, защиты окружающей среды. Техничко-экономические показатели при переработке медно-никелевого сырья.</p> <p>/Ср/</p> | 5                     | 10           | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 |                | 0                 |                   |
| <b>Код занятия</b> | <b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>  | <b>Семестр / Курс</b> | <b>Часов</b> | <b>Компетенции</b>   | <b>Литература</b>                    | <b>Ресурсы</b> | <b>Инте ракт.</b> | <b>Примечание</b> |
|                    | <b>Раздел 4. Гидрометаллургия никеля</b>  |                       |              |  |                                      |                |                   |                   |

|     |  |   |   |  |   |   |  |
|-----|--|---|---|--|---|---|--|
| 4.1 | <p>Общая характеристика гидрометаллургического способа переработки медных и никелевых руд. Сернокислотное и аммиачное выщелачивание. Методы выделения металлов из растворов. Аппаратура в гидрометаллургии меди и никеля. Перспективы гидрометаллургии меди и никеля /Лек/</p> | 5 | 4 | <p>ИПК-1.1.1<br/>ИПК-1.1.2<br/>ИПК-1.1.3<br/>ИПК-1.2.1<br/>ИПК-1.2.2<br/>ИПК-1.2.3<br/>ИПК-1.3.1<br/>ИПК-1.3.2<br/>ИПК-1.3.3<br/>ИПК-1.4.1<br/>ИПК-1.4.2<br/>ИПК-1.4.3<br/>ИПК-1.5.1<br/>ИПК-1.5.2<br/>ИПК-1.5.3<br/>ИПК-1.6.1<br/>ИПК-1.6.2<br/>ИПК-1.6.3<br/>ИОПК-1.1<br/>ИОПК-1.2<br/>ИОПК-1.3<br/>ИОПК-2.1<br/>ИОПК-2.2<br/>ИОПК-2.3<br/>ИОПК-4.1<br/>ИОПК-4.2<br/>ИОПК-4.3<br/>ИОПК-5.1<br/>ИОПК-5.2<br/>ИОПК-5.3<br/>ИОПК-6.1<br/>ИОПК-6.2<br/>ИОПК-6.3<br/>ИОПК-7.1<br/>ИОПК-7.2<br/>ИОПК-7.3<br/>ИУК-1.1<br/>ИУК-1.2<br/>ИУК-1.3<br/>ИУК-2.1<br/>ИУК-2.2<br/>ИУК-2.3<br/>ИУК-4.1<br/>ИУК-4.2<br/>ИУК-4.3<br/>ИУК-9.1<br/>ИУК-9.2<br/>ИУК-9.3</p> | <p>Л1.1<br/>Л1.2Л<br/>2.1<br/>Л2.2<br/>Л2.3</p> | 0 |  |
|-----|--|---|---|--|---|---|--|

|                    |  |                       |              |  |                                      |                |                   |                   |
|--------------------|--|-----------------------|--------------|--|--------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 4.2                | Общая характеристика гидрометаллургического способа переработки медных и никелевых руд. Сернокислотное и аммиачное выщелачивание. Методы выделения металлов из растворов. Аппаратура в гидрометаллургии меди и никеля. Перспективы гидрометаллургии меди и никеля /Ср/ | 5                     | 10           | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 |                | 0                 |                   |
| <b>Код занятия</b> | <b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>   | <b>Семестр / Курс</b> | <b>Часов</b> | <b>Компетенции</b>   | <b>Литература</b>                    | <b>Ресурсы</b> | <b>Инте ракт.</b> | <b>Примечание</b> |
|                    | Раздел 5. Metallургия свинца   |                       |              |  |                                      |                |                   |                   |

|     |  |   |   |  |                                      |   |  |
|-----|--|---|---|--|--------------------------------------|---|--|
| 5.1 | <p>Технологические схемы производства свинца и их сущность. Назначение и цели обжига. Состав шихты агломерации. Поведение компонентов шихты при обжиге. Устройство и работа агломерационных машин. Состав продуктов агломерации. Утилизация серы из аглогазов. Теоретические основы восстановительной плавки свинцового агломерата. Шихта плавки и поведение ее компонентов при плавке. Продукты плавки, их состав. Распределение металлов по продуктам плавки. Особенности устройства шахтных печей для плавки свинцового агломерата. Технология получения свинца из сульфатных и карбонатных свинцовых кеков. Устройство коротко-баранных печей, состав шихты, продуктов плавки. Характеристика технологической схемы пирометаллургического рафинирования черного свинца. Обезмеживание свинца. Сущность процессов грубого и тонкого обезмеживания. Теоретические основы процесса: диаграмма состояния системы «медь-свинец». Состав и выход продуктов обезмеживания. Переработка медных шликеров и медно-свинцового штейна. Окислительное рафинирование свинца. Физико-химические основы рафинирования от мышьяка, сурьмы и олова. Практика процесса и аппаратное оформление. Переработка щелочных плавов. Обессеребрение свинца. Сущность способов разделения свинца и благородных металлов. Диаграммы состояния систем «цинк-свинец», «цинк-серебро», «цинк-золото», «цинк-медь». Практика проведения операций. Способы переработки серебряистой пены. Купеляция серебряистого свинца. Щелочное обесцинкование свинца: химизм, практика процесса, состав плавов и их переработка. Вакуумное обесцинкование. Теоретические основы способа. Конструктивное оформление процесса. Практика рафинирования и показатели. Обезвисмучивание свинца. Диаграммы состояния систем «висмут-кальций», «висмут-магний». Практика обезвисмучивания. Выход, состав висмутистых съёмов и их переработка. Показатели операций обезвисмучивания. Качественное рафинирование свинца /Лек/</p> | 5 | 6 | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 | 0 |  |
|-----|--|---|---|--|--------------------------------------|---|--|

|     |  |   |    |  |                                      |   |  |
|-----|--|---|----|--|--------------------------------------|---|--|
| 5.2 | <p>Технологические схемы производства свинца и их сущность. Назначение и цели обжига. Состав шихты агломерации. Поведение компонентов шихты при обжиге. Устройство и работа агломерационных машин. Состав продуктов агломерации. Утилизация серы из аглогазов. Теоретические основы восстановительной плавки свинцового агломерата. Шихта плавки и поведение ее компонентов при плавке. Продукты плавки, их состав. Распределение металлов по продуктам плавки. Особенности устройства шахтных печей для плавки свинцового агломерата. Технология получения свинца из сульфатных и карбонатных свинцовых кеков. Устройство коротко-баранных печей, состав шихты, продуктов плавки. Характеристика технологической схемы пирометаллургического рафинирования черного свинца. Обезмеживание свинца. Сущность процессов грубого и тонкого обезмеживания. Теоретические основы процесса: диаграмма состояния системы «медь-свинец». Состав и выход продуктов обезмеживания. Переработка медных шликеров и медно-свинцового штейна. Окислительное рафинирование свинца. Физико-химические основы рафинирования от мышьяка, сурьмы и олова. Практика процесса и аппаратное оформление. Переработка щелочных плавов. Обессеребрение свинца. Сущность способов разделения свинца и благородных металлов. Диаграммы состояния систем «цинк-свинец», «цинк-серебро», «цинк-золото», «цинк-медь». Практика проведения операций. Способы переработки серебряистой пены. Купеляция серебряистого свинца. Щелочное обесцинкование свинца: химизм, практика процесса, состав плавов и их переработка. Вакуумное обесцинкование. Теоретические основы способа. Конструктивное оформление процесса. Практика рафинирования и показатели. Обезвисмучивание свинца. Диаграммы состояния систем «висмут-кальций», «висмут-магний». Практика обезвисмучивания. Выход, состав висмутистых съемов и их переработка. Показатели операций обезвисмучивания. Качественное рафинирование свинца /Лаб/</p> | 5 | 14 | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 | 0 |  |
|-----|--|---|----|--|--------------------------------------|---|--|

|                    |   |                       |              |  |                                      |                |                   |                   |
|--------------------|---|-----------------------|--------------|--|--------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 5.3                | <p>Технологические схемы производства свинца и их сущность. Назначение и цели обжига. Состав шихты агломерации. Поведение компонентов шихты при обжиге. Устройство и работа агломерационных машин. Состав продуктов агломерации. Утилизация серы из аглогазов. Теоретические основы восстановительной плавки свинцового агломерата. Шихта плавки и поведение ее компонентов при плавке. Продукты плавки, их состав. Распределение металлов по продуктам плавки. Особенности устройства шахтных печей для плавки свинцового агломерата. Технология получения свинца из сульфатных и карбонатных свинцовых кеков. Устройство коротко-баранных печей, состав шихты, продуктов плавки. Характеристика технологической схемы пирометаллургического рафинирования черного свинца. Обезмеживание свинца. Сущность процессов грубого и тонкого обезмеживания. Теоретические основы процесса: диаграмма состояния системы «медь-свинец». Состав и выход продуктов обезмеживания. Переработка медных шликеров и медно-свинцового штейна. Окислительное рафинирование свинца. Физико-химические основы рафинирования от мышьяка, сурьмы и олова. Практика процесса и аппаратное оформление. Переработка щелочных плавов. Обессеребрение свинца. Сущность способов разделения свинца и благородных металлов. Диаграммы состояния систем «цинк-свинец», «цинк-серебро», «цинк-золото», «цинк-медь». Практика проведения операций. Способы переработки серебряистой пены. Купеляция серебряистого свинца. Щелочное обесцинкование свинца: химизм, практика процесса, состав плавов и их переработка. Вакуумное обесцинкование. Теоретические основы способа. Конструктивное оформление процесса. Практика рафинирования и показатели. Обезвисмучивание свинца. Диаграммы состояния систем «висмут-кальций», «висмут-магний». Практика обезвисмучивания. Выход, состав висмутистых съемов и их переработка. Показатели операций обезвисмучивания. Качественное рафинирование свинца /Ср/</p> | 5                     | 12           | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 |                | 0                 |                   |
| <b>Код занятия</b> | <b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>  | <b>Семестр / Курс</b> | <b>Часов</b> | <b>Компетенции</b>   | <b>Литература</b>                    | <b>Ресурсы</b> | <b>Инте ракт.</b> | <b>Примечание</b> |
|                    | <b>Раздел 6. Metallургия цинка</b>  |                       |              |  |                                      |                |                   |                   |

|     |   |   |   |  |                                      |   |  |
|-----|---|---|---|--|--------------------------------------|---|--|
| 6.1 | <p>Технологические схемы переработки цинковых концентратов пиро- и гидрометаллургическими способами, их сущность. Сульфатный баланс. Особенности окислительно-сульфатизирующего обжига концентратов для пиро- и гидрометаллургической переработки огарка. Поведение компонентов огарка при обжиге. Требования, предъявляемые к огарку. Разновидности аппаратного оформления обжига. Практика обжига. Состав продуктов обжига и показатели процесса. Краткая характеристика основных процессов, протекающих при выщелачивании огарка. Разновидности технологических схем и способов выщелачивания. Классификация огарка. Состав продуктов выщелачивания и показатели процесса. Классификация примесей цинкового электролита, их влияние на результаты электролиза раствора сульфата цинка и характеристика способов очистки растворов (гидролитическая, цементационная, химическая очистка). Основные сведения о теории электроосаждения цинка из сульфатных растворов. Особенности электродных процессов. Перенапряжение выделения водорода на катоде и его зависимость от параметров электролиза. Циркуляция электролита. Способы охлаждения электролита. Влияние состава электролита и условий электролиза на показатели процесса. Конструктивное оформление процесса. Характеристика цинковых кеков. Способы и основные показатели их переработки вельцеванием и гидрометаллургическим методом. Переработка медно-кадмиевых кеков. Характеристика способов переработки. Физико-химическая сущность. Технологическая схема, аппаратное оформление и практика работы основных переделов. Краткая характеристика углетермического способа получения цинка и пирометаллургического способа рафинирования цинка. Разновидности способа и его аппаратное оформление. Новые процессы получения цинка. Автоклавные способы переработки цинксодержащего сырья. Решение экологических проблем в металлургии цинка. Техничко-экономические показатели процессов при производстве цинка. /Лек/</p> | 5 | 6 | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 | 0 |  |
|-----|---|---|---|--|--------------------------------------|---|--|

|     |  |   |    |  |                                      |   |  |
|-----|--|---|----|--|--------------------------------------|---|--|
| 6.2 | <p>Технологические схемы переработки цинковых концентратов пирометаллургическими способами, их сущность. Сульфатный баланс. Особенности окислительно-сульфатизирующего обжига концентратов для пирометаллургической переработки огарка. Поведение компонентов огарка при обжиге. Требования, предъявляемые к огарку. Разновидности аппаратного оформления обжига. Практика обжига. Состав продуктов обжига и показатели процесса. Краткая характеристика основных процессов, протекающих при выщелачивании огарка. Разновидности технологических схем и способов выщелачивания. Классификация огарка. Состав продуктов выщелачивания и показатели процесса. Классификация примесей цинкового электролита, их влияние на результаты электролиза раствора сульфата цинка и характеристика способов очистки растворов (гидролитическая, цементационная, химическая очистка). Основные сведения о теории электроосаждения цинка из сульфатных растворов. Особенности электродных процессов. Перенапряжение выделения водорода на катоде и его зависимость от параметров электролиза. Циркуляция электролита. Способы охлаждения электролита. Влияние состава электролита и условий электролиза на показатели процесса. Конструктивное оформление процесса. Характеристика цинковых кеков. Способы и основные показатели их переработки вельцеванием и гидрометаллургическим методом. Переработка медно-кадмиевых кеков. Характеристика способов переработки. Физико-химическая сущность. Технологическая схема, аппаратное оформление и практика работы основных переделов. Краткая характеристика углетермического способа получения цинка и пирометаллургического способа рафинирования цинка. Разновидности способа и его аппаратное оформление. Новые процессы получения цинка. Автоклавные способы переработки цинксодержащего сырья. Решение экологических проблем в металлургии цинка. Техно-экономические показатели процессов при производстве цинка. /Лаб/</p> | 5 | 14 | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 | 0 |  |
|-----|--|---|----|--|--------------------------------------|---|--|



|     |   |   |    |  |                                      |   |  |
|-----|---|---|----|--|--------------------------------------|---|--|
| 6.3 | <p>Технологические схемы переработки цинковых концентратов пиро- и гидрометаллургическими способами, их сущность. Сульфатный баланс. Особенности окислительно-сульфатизирующего обжига концентратов для пиро- и гидрометаллургической переработки огарка. Поведение компонентов огарка при обжиге. Требования, предъявляемые к огарку. Разновидности аппаратного оформления обжига. Практика обжига. Состав продуктов обжига и показатели процесса. Краткая характеристика основных процессов, протекающих при выщелачивании огарка. Разновидности технологических схем и способов выщелачивания. Классификация огарка. Состав продуктов выщелачивания и показатели процесса. Классификация примесей цинкового электролита, их влияние на результаты электролиза раствора сульфата цинка и характеристика способов очистки растворов (гидролитическая, цементационная, химическая очистка). Основные сведения о теории электроосаждения цинка из сульфатных растворов. Особенности электродных процессов. Перенапряжение выделения водорода на катоде и его зависимость от параметров электролиза. Циркуляция электролита. Способы охлаждения электролита. Влияние состава электролита и условий электролиза на показатели процесса. Конструктивное оформление процесса. Характеристика цинковых кеков. Способы и основные показатели их переработки вельцеванием и гидрометаллургическим методом. Переработка медно-кадмиевых кеков. Характеристика способов переработки. Физико-химическая сущность. Технологическая схема, аппаратное оформление и практика работы основных переделов. Краткая характеристика углетермического способа получения цинка и пирометаллургического способа рафинирования цинка. Разновидности способа и его аппаратное оформление. Новые процессы получения цинка. Автоклавные способы переработки цинксодержащего сырья. Решение экологических проблем в металлургии цинка. Техно-экономические показатели процессов при производстве цинка. /Ср/</p> | 5 | 13 | ИПК-1.1.1<br>ИПК-1.1.2<br>ИПК-1.1.3<br>ИПК-1.2.1<br>ИПК-1.2.2<br>ИПК-1.2.3<br>ИПК-1.3.1<br>ИПК-1.3.2<br>ИПК-1.3.3<br>ИПК-1.4.1<br>ИПК-1.4.2<br>ИПК-1.4.3<br>ИПК-1.5.1<br>ИПК-1.5.2<br>ИПК-1.5.3<br>ИПК-1.6.1<br>ИПК-1.6.2<br>ИПК-1.6.3<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2<br>ИОПК-1.3<br>ИОПК-2.1<br>ИОПК-2.2<br>ИОПК-2.3<br>ИОПК-4.1<br>ИОПК-4.2<br>ИОПК-4.3<br>ИОПК-5.1<br>ИОПК-5.2<br>ИОПК-5.3<br>ИОПК-6.1<br>ИОПК-6.2<br>ИОПК-6.3<br>ИОПК-7.1<br>ИОПК-7.2<br>ИОПК-7.3<br>ИУК-1.1<br>ИУК-1.2<br>ИУК-1.3<br>ИУК-2.1<br>ИУК-2.2<br>ИУК-2.3<br>ИУК-4.1<br>ИУК-4.2<br>ИУК-4.3<br>ИУК-9.1<br>ИУК-9.2<br>ИУК-9.3 | Л1.1<br>Л1.2Л<br>2.1<br>Л2.2<br>Л2.3 | 0 |  |
|-----|---|---|----|--|--------------------------------------|---|--|

## 4.1 Образовательные технологии

## 5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**5.1. Комплект оценочных средств**

Комплект оценочных средств по дисциплине, состоящий из материалов для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок представлен в КОС дисциплины.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители   | Заглавие  | Издательство, год  | Эл.адрес  |
|------|---|---|--|---|
| Л1.1 | Бигеев В. А., Вдовин К. Н., Колокольцев В. М., Салганик В. М. | Основы металлургического производства                       | Санкт-Петербург: Лань, 2017  | <a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a>   |
| Л1.2 | Смирягин А. П.  | Промышленные цветные металлы и сплавы: практическое пособие | Москва: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1956 | <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228183">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228183</a> |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      | Авторы, составители             | Заглавие  | Издательство, год             | Эл.адрес  |
|------|---------------------------------|---|-------------------------------|---|
| Л2.1 | Чантурия В. А., Шадрунова И. В. | Технология обогащения медных и медно-цинковых руд Урала: монография | Москва: Наука, 2016           | <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469018">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469018</a>   |
| Л2.2 | Богданович К. И.                | Серебро, свинец и цинк: монография                                  | Петроград: б.и., 1919         | <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469180">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469180</a> |
| Л2.3 | Амирасланов А. А.               | Основные типы месторождений свинца и цинка: монография              | Москва: Госгеолтехиздат, 1957 | <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=479554">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=479554</a> |

**6.3.1 Перечень программного обеспечения**

|         |   |
|---------|---|
| 6.3.1.1 | Microsoft Windows   |
| 6.3.1.2 | Microsoft Office (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Skype for business) |
| 6.3.1.3 | Google Chrome   |
| 6.3.1.4 | Mozilla Firefox   |
| 6.3.1.5 | 7-Zip   |

**6.3.2 Перечень информационных справочных систем**

|         |   |
|---------|---|
| 6.3.2.1 | Консультант-плюс                              |
| 6.3.2.2 | Единое окно доступа к информационным ресурсам |

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Ауд. № | Назначение   | Оснащение   |
|--------|--|---|
| 300    | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной | Учебные места, оборудованные блочной мебелью с расположением амфитеатром. Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, трибунка, компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная доска с проектором. Моторизованный экран Потолочные поворотные камеры. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система. Маркерная доска. |

|      |  |   |
|------|--|---|
| L406 | Лаборатория гидрометаллургии - проведение лабораторных работ по Химии, химии металлов, для всех направлений подготовки в ТУ УГМК в соответствии с ФГОС ВО. А также по профильным дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров и магистров кафедры Металлургия. | Насосы вакуумные, термостаты, шкаф сушильный, лабораторные весы электронные и механические, стол для лабораторных весов, анализатор дифракционный, шкафы лабораторные, мельница бисерная лабораторная, мешалки лабораторные, столы -мойки лабораторные, насосы перистальтические, экстрактор, установка электролизная лабораторная, шейкер лабораторный, мельница аналитическая, анализатор влаги, реактор из стекла борсиликат. 1 куб.дм, реактор из стекла борсиликат. 3 куб.дм, баня лабораторная, устройство сушки лабораторной посуды, мультиметр, аспиратор сильфонный, прибор рН-метр, компрессор, прибор рН-метр, иономер, прибор электролиза растворов солей, штативы для пробирок, калориметр с нагревателем, термометры, плитка лабораторная, регулятор напряжения, блок питания, холодильник лабораторный, ареометры, набор сит, аквадистиллятор, мельница зерновая лабораторная. |
| 225  | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной   | Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивный проектор с магнитно-маркерной доской. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.  |
| 107  |  | Стол с компьютерами с выходом в интернет, стулья, книжные шкафы и стеллажи.   |

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Изучение рабочей программы дисциплины.
2. Посещение и конспектирование лекций.
3. Обязательная подготовка к практическим занятиям.
4. Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.
5. Выполнение всех видов самостоятельной работы.

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы. Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети "Интернет" организован в читальном зале библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины металлургия тяжелых цветных металлов и представлены в УМК дисциплины.

Лабораторный практикум направлен на углубленное изучение теоретического материала и на приобретение умения, навыков и опыта проведения эксперимента, анализа и обработки его результатов.

С целью оценки уровня освоения материала по каждой лабораторной работе составляется отчет, на основании которого проводится защита лабораторной работы.

Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины металлургия тяжелых цветных металлов и представлены в УМК дисциплины.

Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала и подготовку к экзамену.

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости программа дисциплины может быть адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и необходимых специальных условий их обучения.

При наличии в группе студентов с ограниченными возможностями здоровья возможно использовать адаптивные технологии.

Для студентов с ограниченным слухом:

- использование разнообразных дидактических материалов (карточки, рисунки, письменное описание, схемы и т.п.) как помощь для понимания и решения поставленной задачи;
- использование видеоматериалов, которые дают возможность понять тему занятия и осуществить коммуникативные действия;
- выполнение проектных заданий по изучаемым темам.

Для студентов с ограниченным зрением:

- использование фильмов с возможностью восприятия на слух даваемой в них информации для последующего ее обсуждения;
- использование аудиоматериалов по изучаемым темам, имеющимся на кафедре;
- индивидуальное общение с преподавателем по изучаемому материалу;
- творческие задания по изучаемым темам или по личному желанию с учетом интересов обучаемого.