

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

| Код модуля | Модуль |
|------------|---|
| 1147394 | Извлечение цветных металлов из рудного и техногенного сырья |

Екатеринбург

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учетные данные |
|---|---|
| Образовательная программа 1. Metallurgy черных, цветных и редких металлов | Код ОП 1. 22.04.02/33.02 |
| Направление подготовки 1. Metallurgy | Код направления и уровня подготовки 1. 22.04.02 |

Программа модуля составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|--------------------------------|--|-----------------------|--------------------------------------|
| 1 | Колмачихина Эльвира Барыевна | к.т.н. | доцент | Metallurgy цветных металлов |
| 2 | Кузас Евгений Александрович | к.т.н. | старший преподаватель | Metallurgy цветных металлов |
| 3 | Лукинских Александр Витальевич | кандидат химических наук, без ученого звания | Доцент | металлургии тяжелых цветных металлов |
| 4 | Маковская Ольга Юрьевна | к.т.н. | доцент | Metallurgy цветных металлов |
| 5 | Мамяченков Сергей Владимирович | д.т.н., с.н.с | заведующий кафедрой | Metallurgy цветных металлов |

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Извлечение цветных металлов из рудного и техногенного сырья

1.1. Аннотация содержания модуля

В состав модуля «Извлечение цветных металлов из рудного и техногенного сырья» включены дисциплины: «Комплексная переработка руд цветных и благородных металлов», «Комплексная переработка техногенных отходов цветных металлов», «Металлургия редких металлов», «Методы извлечения сопутствующих элементов», в ходе изучения которых формируются теоретические знания, специальные умения и формируются практические навыки создания и управления технологиями извлечения цинка, свинца, меди, кадмия, никеля, кобальта, редких и благородных металлов; управления, контроля и оптимизации современных технологических процессов получения меди, цинка и сопутствующих элементов из техногенного и вторичного сырья; составления материального баланса по распределению металлов; оценки технико-экономических показателей процессов. Студенты получают сведения о состоянии дел и достижениях в смежной отрасли знаний – металлургии редких элементов и сопутствующих им технологиях.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

| № п/п | Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения | Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах |
|------------------|--|---|
| 1 | Методы извлечения сопутствующих элементов | 4 |
| 2 | Металлургия редких металлов | 3 |
| 3 | Комплексная переработка техногенных отходов цветных металлов | 3 |
| 4 | Комплексная переработка руд цветных и благородных металлов | 8 |
| ИТОГО по модулю: | | 18 |

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

| | |
|------------------------------------|------------------|
| Пререквизиты модуля | Не предусмотрены |
| Постреквизиты и кореквизиты модуля | Не предусмотрены |

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

| Перечень дисциплин модуля | Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) |
|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Комплексная переработка руд цветных и благородных металлов | ПК-8 - Способен разрабатывать типовые и инновационные технологические процессы в области производства цветных металлов | <p>З-1 - Характеризовать особенности типовых технологических процессов получения цветных металлов, особенности эксплуатации типового оборудования</p> <p>З-2 - Описывать тенденции развития технологических процессов получения цветных металлов, особенности аппаратного оформления</p> <p>З-3 - Перечислять основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> <p>У-1 - Обосновывать выбор типовых технологических процессов получения цветных металлов на основании составов исходного сырья и особенностей эксплуатации типового оборудования</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор инновационных технологических процессов получения цветных металлов и современного оборудования на основании анализа тенденций развития технологических процессов получения цветных металлов</p> <p>У-3 - Анализировать основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> <p>П-1 - Разрабатывать типовые технологические процессы получения цветных металлов и типовое оборудование</p> <p>П-2 - Разрабатывать инновационные технологические процессы получения цветных металлов и современное оборудование</p> <p>П-3 - Рассчитывать основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой |
| | ПК-10 - Способен разрабатывать предложения для технической и технологической документации технологических объектов цветной металлургии | <p>У-1 - Анализировать нормативную документацию в области металлургии цветных металлов и определять ее актуальность и соответствие нормативной базе.</p> <p>У-2 - Определять элементы технической документации для внедрения результатов научно-исследовательских работ</p> <p>П-1 - Составлять информационные обзоры, рецензии, отзывы, заключения на техническую документацию, применяя нормативную базу</p> <p>П-2 - Самостоятельно разрабатывать технологические регламенты отдельных операций согласно нормативным документам</p> |
| | ПК-11 - Способен проводить анализ состояния производства в области производства цветных металлов | <p>З-1 - Описывать основные технологические показатели процессов переработки минерального, природного и техногенного сырья цветных металлов</p> <p>З-2 - Описывать процессы и устройства для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды при осуществлении технологических операций получения цветных металлов</p> <p>З-3 - Описывать методы составления материальных и тепловых балансов процессов получения цветных металлов</p> <p>У-1 - Анализировать основные технологические показатели процессов переработки минерального природного и техногенного сырья цветных металлов</p> <p>У-2 - Выбирать процессы и устройства для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды для осуществления технологических операций получения цветных металлов</p> <p>У-3 - Определять методы для составления материальных и тепловых балансов процессов получения цветных металлов</p> <p>П-1 - Составлять технологические схемы переработки минерального природного и</p> |

| | | |
|---|--|---|
| | | <p>техногенного сырья, производства цветных металлов на основе анализа технологических показателей</p> <p>П-2 - Обосновать применение процессов и устройств для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды для осуществления технологических операций получения цветных металлов</p> <p>П-3 - Составлять, применяя методы, материальные и тепловые балансы процессов получения цветных металлов</p> |
| | <p>ПК-12 - Способен осуществлять текущее и перспективное планирование производства в области производства цветных металлов</p> | <p>З-1 - Характеризовать основные организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение производства цветных металлов в соответствии с технологическими режимами</p> <p>У-1 - Выявлять отклонения от заданного технологического режима и предлагать решения по их корректировке на основании данных мониторинга технологических процессов получения цветных металлов</p> <p>П-1 - Выполнять задания по выбору технологических мероприятий, направленных на стабилизацию процессов получения цветных металлов</p> |
| <p>Комплексная переработка техногенных отходов цветных металлов</p> | <p>ПК-8 - Способен разрабатывать типовые и инновационные технологические процессы в области производства цветных металлов</p> | <p>З-1 - Характеризовать особенности типовых технологических процессов получения цветных металлов, особенности эксплуатации типового оборудования</p> <p>З-2 - Описывать тенденции развития технологических процессов получения цветных металлов, особенности аппаратного оформления</p> <p>З-3 - Перечислять основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> <p>У-1 - Обосновывать выбор типовых технологических процессов получения цветных металлов на основании составов исходного сырья и особенностей эксплуатации типового оборудования</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор инновационных технологических процессов получения</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | | <p>цветных металлов и современного оборудования на основании анализа тенденций развития технологических процессов получения цветных металлов</p> <p>У-3 - Анализировать основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> <p>П-1 - Разрабатывать типовые технологические процессы получения цветных металлов и типовое оборудование</p> <p>П-2 - Разрабатывать инновационные технологические процессы получения цветных металлов и современное оборудование</p> <p>П-3 - Рассчитывать основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой</p> |
| | <p>ПК-10 - Способен разрабатывать предложения для технической и технологической документации технологических объектов цветной металлургии</p> | <p>У-1 - Анализировать нормативную документацию в области металлургии цветных металлов и определять ее актуальность и соответствие нормативной базе.</p> <p>У-2 - Определять элементы технической документации для внедрения результатов научно-исследовательских работ</p> <p>П-1 - Составлять информационные обзоры, рецензии, отзывы, заключения на техническую документацию, применяя нормативную базу</p> <p>П-2 - Самостоятельно разрабатывать технологические регламенты отдельных операций согласно нормативным документам</p> |
| | <p>ПК-11 - Способен проводить анализ состояния производства в области производства цветных металлов</p> | <p>З-1 - Описывать основные технологические показатели процессов переработки минерального, природного и техногенного сырья цветных металлов</p> <p>З-2 - Описывать процессы и устройства для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды при</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>осуществлении технологических операций получения цветных металлов</p> <p>З-3 - Описывать методы составления материальных и тепловых балансов процессов получения цветных металлов</p> <p>У-1 - Анализировать основные технологические показатели процессов переработки минерального природного и техногенного сырья цветных металлов</p> <p>У-2 - Выбирать процессы и устройства для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды для осуществления технологических операций получения цветных металлов</p> <p>У-3 - Определять методы для составления материальных и тепловых балансов процессов получения цветных металлов</p> <p>П-1 - Составлять технологические схемы переработки минерального природного и техногенного сырья, производства цветных металлов на основе анализа технологических показателей</p> <p>П-2 - Обосновать применение процессов и устройств для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды для осуществления технологических операций получения цветных металлов</p> <p>П-3 - Составлять, применяя методы, материальные и тепловые балансы процессов получения цветных металлов</p> |
| | <p>ПК-12 - Способен осуществлять текущее и перспективное планирование производства в области производства цветных металлов</p> | <p>З-1 - Характеризовать основные организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение производства цветных металлов в соответствии с технологическими режимами</p> <p>У-1 - Выявлять отклонения от заданного технологического режима и предлагать решения по их корректировке на основании данных мониторинга технологических процессов получения цветных металлов</p> <p>П-1 - Выполнять задания по выбору технологических мероприятий, направленных на стабилизацию процессов получения цветных металлов</p> |

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| <p>Металлургия редких металлов</p> | <p>ПК-8 - Способен разрабатывать типовые и инновационные технологические процессы в области производства цветных металлов</p> | <p>З-1 - Характеризовать особенности типовых технологических процессов получения цветных металлов, особенности эксплуатации типового оборудования</p> <p>З-2 - Описывать тенденции развития технологических процессов получения цветных металлов, особенности аппаратного оформления</p> <p>З-3 - Перечислять основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> <p>У-1 - Обосновывать выбор типовых технологических процессов получения цветных металлов на основании составов исходного сырья и особенностей эксплуатации типового оборудования</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор инновационных технологических процессов получения цветных металлов и современного оборудования на основании анализа тенденций развития технологических процессов получения цветных металлов</p> <p>У-3 - Анализировать основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> <p>П-1 - Разрабатывать типовые технологические процессы получения цветных металлов и типовое оборудование</p> <p>П-2 - Разрабатывать инновационные технологические процессы получения цветных металлов и современное оборудование</p> <p>П-3 - Рассчитывать основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой</p> |
| | <p>ПК-10 - Способен разрабатывать предложения для технической и</p> | <p>У-1 - Анализировать нормативную документацию в области металлургии цветных металлов и определять ее</p> |

| | | |
|--|---|---|
| | <p>технологической документации технологических объектов цветной металлургии</p> | <p>актуальность и соответствие нормативной базе.</p> <p>У-2 - Определять элементы технической документации для внедрения результатов научно-исследовательских работ</p> <p>П-1 - Составлять информационные обзоры, рецензии, отзывы, заключения на техническую документацию, применяя нормативную базу</p> <p>П-2 - Самостоятельно разрабатывать технологические регламенты отдельных операций согласно нормативным документам</p> |
| | <p>ПК-11 - Способен проводить анализ состояния производства в области производства цветных металлов</p> | <p>З-1 - Описывать основные технологические показатели процессов переработки минерального, природного и техногенного сырья цветных металлов</p> <p>З-2 - Описывать процессы и устройства для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды при осуществлении технологических операций получения цветных металлов</p> <p>З-3 - Описывать методы составления материальных и тепловых балансов процессов получения цветных металлов</p> <p>У-1 - Анализировать основные технологические показатели процессов переработки минерального природного и техногенного сырья цветных металлов</p> <p>У-2 - Выбирать процессы и устройства для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды для осуществления технологических операций получения цветных металлов</p> <p>У-3 - Определять методы для составления материальных и тепловых балансов процессов получения цветных металлов</p> <p>П-1 - Составлять технологические схемы переработки минерального природного и техногенного сырья, производства цветных металлов на основе анализа технологических показателей</p> <p>П-2 - Обосновать применение процессов и устройств для обеспечения энерго- и</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>ресурсосбережения и защиты окружающей среды для осуществления технологических операций получения цветных металлов</p> <p>П-3 - Составлять, применяя методы, материальные и тепловые балансы процессов получения цветных металлов</p> |
| | <p>ПК-12 - Способен осуществлять текущее и перспективное планирование производства в области производства цветных металлов</p> | <p>З-1 - Характеризовать основные организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение производства цветных металлов в соответствии с технологическими режимами</p> <p>У-1 - Выявлять отклонения от заданного технологического режима и предлагать решения по их корректировке на основании данных мониторинга технологических процессов получения цветных металлов</p> <p>П-1 - Выполнять задания по выбору технологических мероприятий, направленных на стабилизацию процессов получения цветных металлов</p> |
| <p>Методы извлечения сопутствующих элементов</p> | <p>ПК-8 - Способен разрабатывать типовые и инновационные технологические процессы в области производства цветных металлов</p> | <p>З-1 - Характеризовать особенности типовых технологических процессов получения цветных металлов, особенности эксплуатации типового оборудования</p> <p>З-2 - Описывать тенденции развития технологических процессов получения цветных металлов, особенности аппаратного оформления</p> <p>З-3 - Перечислять основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> <p>У-1 - Обосновывать выбор типовых технологических процессов получения цветных металлов на основании составов исходного сырья и особенностей эксплуатации типового оборудования</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор инновационных технологических процессов получения цветных металлов и современного оборудования на основании анализа тенденций развития технологических процессов получения цветных металлов</p> |

| | | |
|--|---|---|
| | | <p>У-3 - Анализировать основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> <p>П-1 - Разрабатывать типовые технологические процессы получения цветных металлов и типовое оборудование</p> <p>П-2 - Разрабатывать инновационные технологические процессы получения цветных металлов и современное оборудование</p> <p>П-3 - Рассчитывать основные технико-экономические показатели типовых и инновационных процессов получения цветных металлов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой</p> |
| | <p>ПК-10 - Способен разрабатывать предложения для технической и технологической документации технологических объектов цветной металлургии</p> | <p>З-1 - Характеризовать содержание основных разделов технической документации</p> <p>З-2 - Описывать нормативную базу для составления информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию</p> <p>У-1 - Анализировать нормативную документацию в области металлургии цветных металлов и определять ее актуальность и соответствие нормативной базе.</p> <p>У-2 - Определять элементы технической документации для внедрения результатов научно-исследовательских работ</p> <p>П-1 - Составлять информационные обзоры, рецензии, отзывы, заключения на техническую документацию, применяя нормативную базу</p> <p>П-2 - Самостоятельно разрабатывать технологические регламенты отдельных операций согласно нормативным документам</p> |
| | <p>ПК-11 - Способен проводить анализ состояния производства</p> | <p>З-1 - Описывать основные технологические показатели процессов переработки минерального, природного и техногенного сырья цветных металлов</p> |

| | |
|--|--|
| <p>в области производства цветных металлов</p> | <p>З-2 - Описывать процессы и устройства для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды при осуществлении технологических операций получения цветных металлов</p> <p>З-3 - Описывать методы составления материальных и тепловых балансов процессов получения цветных металлов</p> <p>У-1 - Анализировать основные технологические показатели процессов переработки минерального природного и техногенного сырья цветных металлов</p> <p>У-2 - Выбирать процессы и устройства для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды для осуществления технологических операций получения цветных металлов</p> <p>У-3 - Определять методы для составления материальных и тепловых балансов процессов получения цветных металлов</p> <p>П-1 - Составлять технологические схемы переработки минерального природного и техногенного сырья, производства цветных металлов на основе анализа технологических показателей</p> <p>П-2 - Обосновать применение процессов и устройств для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды для осуществления технологических операций получения цветных металлов</p> <p>П-3 - Составлять, применяя методы, материальные и тепловые балансы процессов получения цветных металлов</p> |
| <p>ПК-12 - Способен осуществлять текущее и перспективное планирование производства в области производства цветных металлов</p> | <p>З-1 - Характеризовать основные организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение производства цветных металлов в соответствии с технологическими режимами</p> <p>У-1 - Выявлять отклонения от заданного технологического режима и предлагать решения по их корректировке на основании данных мониторинга технологических процессов получения цветных металлов</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | П-1 - Выполнять задания по выбору технологических мероприятий, направленных на стабилизацию процессов получения цветных металлов |
|--|--|--|

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы извлечения сопутствующих
элементов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|--------------------------------|--|------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Кузас Евгений Александрович | к.т.н. | старший преподавате ль | Металлургия цветных металлов |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание |
|-------------------|---|--|
| P1 | Введение | Общие сведения о металлах платиновой группы (МПП). Основные физико-химические свойства и сферы применения МПП. Сведения о распространённости МПП в земной коре, типах вмещающих руд и месторождениях. |
| P2 | Извлечение МПП из медно-никелевых руд | Медно-никелевые руды (МНР) – как один из важнейших источников МПП. Физико-химическая характеристика и типы МНР. Основные методы обогащения МНР, поведение МПП при обогащении. Характеристика отходов обогащения с точки зрения возможности дополнительной их переработки с целью доизвлечения МПП. Особенности пирометаллургических способов переработки медных и никелевых концентратов. Поведение МПП при плавке. Потери МПП со шлаками и способы их нивелирования. Потери МПП в последующих операциях (конвертирование, флотация файнштейна, анодная плавка, электролиз и пр.). |
| P3 | Извлечение МПП из медных и никелевых шламов | Физико-химическая характеристика медных и никелевых шламов. Основные принципы и подходы к переработке шламов на российских и зарубежных предприятиях. Характеристика пирометаллургических способов переработки. Основные недостатки пирометаллургических способов. Характеристика гидрометаллургических способов переработки и пути их дальнейшей интенсификации. Комплексная переработка шламов автоклавным методом. Альтернативные способы переработки шламов. Сравнение схем переработки шламов, применяемых на предприятиях Урала и Сибири. |

| | | |
|-----------|--|---|
| | | Распределение МПГ по промпродуктам переработки шламов (концентратам МПГ). |
| P4 | Методы переработки концентратов МПГ, получаемых из первичного сырья | Основные физико-химические свойства концентратов МПГ. Характеристика методов переработки концентратов МПГ, применяемых на предприятиях России и мира. Гидрохлорирование – как основной способ переработки МПГ. Химизм процесса. Основные физико-химические превращения. Поведение МПГ при гидрохлорировании. Недостатки процесса и способы его интенсификации. Преимущества и недостатки автоклавного гидрохлорирования. Аппаратурное оформление, параметры и порядок ведения гидрохлорирования на российских аффинажных предприятиях. Царсководочное растворение – как устаревший, но эффективный способ переработки концентратов МПГ. Физико-химические особенности процесса. Недостатки царсководочного растворения. Методы переработки царсководочных растворов. Характеристика промпродуктов переработки концентратов МПГ. |
| P5 | Аффинаж платины на предприятиях России | Характеристика методов аффинажа платины, применяемых на предприятиях России. Физико-химические свойства основных типов химических соединений, получаемых в ходе аффинажа платины. Пооперационная характеристика методов получения черновой соли хлороплатината аммония и способов её перечистки. Параметры, достоинства и недостатки процесса. Характеристика броматного способа аффинажа платины. Поведение основных примесей – иридия и палладия. Способы получения товарной платины. Методы переработки отработанных растворов аффинажа платины. |
| P6 | Аффинаж палладия на предприятиях России | Характеристика методов аффинажа палладия, применяемых на предприятиях России. Физико-химические свойства основных типов химических соединений, получаемых в ходе аффинажа палладия. Пооперационная характеристика методов получения черновой соли хлорпалладозаммина и способов её перечистки. Параметры, достоинства и недостатки процесса. Способы получения товарного палладия. Методы переработки отработанных растворов аффинажа палладия. Остаточные концентрации благородных металлов в растворах, направляемых на нейтрализацию, и затраты на переработку отработанных растворов. |
| P7 | Альтернативные технологии растворения сырья, содержащего благородные металлы, применяемые на аффинажных предприятиях | Основные достоинства и недостатки существующих способов растворения сырья, содержащего благородные металлы. Характеристика факторов, влияющих на выбор того или иного способа растворения. Физико-химическая характеристика процесса электрохлорирования. Аппаратурное оформление. Роль атомарного хлора в процессе электрохлорирования. Поведение трудновскрываемых компонентов сырья при электрохлорировании. Влияние различных токовых режимов на показатели электрохлорирования. Достоинства и недостатки процесса. |

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения |
|---|---------------------------------|--|-------------|---------------------|
| | | | - | - |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы извлечения сопутствующих элементов

Электронные ресурсы (издания)

1. , Набойченко, С. С.; Процессы и аппараты цветной металлургии : учебник.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/69669.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Чугаев, Л. В.; Металлургия благородных металлов : учеб. для вузов по специальности "Металлургия цв. металлов".; Металлургия, Москва; 1987 (22 экз.)

2. Котляр, Ю. А., Меретуков, М. А., Стрижко, Л. С.; Металлургия благородных металлов : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Металлургия" : в 2 кн. Кн. 2. ; МИСИС : Руда и Металлы, Москва; 2005 (3 экз.)

3. Меретуков, М. А.; Металлургия благородных металлов : Зарубеж. опыт.; Металлургия, Москва; 1991 (3 экз.)

4. , Набойченко, С. С.; Шламы электролитического рафинирования меди и никеля : [монография].; УрФУ, Екатеринбург; 2013 (5 экз.)

5. Лебедь, А. Б., Набойченко, С. С.; Аффинаж золотосеребряных сплавов на ОАО "Уралэлектромедь" : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Металлургия".; УрФУ, Екатеринбург; 2015 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Лобанов В.Г. "Металлургия платиновых металлов", учебно-методический комплекс, <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/5230>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы извлечения сопутствующих элементов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------|---|---|--|
| 1 | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 2 | Консультации | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 3 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 4 | Самостоятельная работа студентов | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Металлургия редких металлов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-----------------------------------|---|------------------|---|
| 1 | Лукинских Александр Витальевич | кандидат химических наук, без ученого звания | Доцент | Кафедра металлургии тяжелых цветных металлов |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание |
|-------------------|---|---|
| P1 | Введение | Общие сведения о металлургии редких металлов. Понятие о редких металлах. Классификация редких металлов. Особенности металлургии редких металлов |
| P2, T1 | Легкие редкие металлы. Литий | Общие сведения. Историческая справка. Свойства лития и его соединений. Применение лития и его соединений. Минералы, руды, концентраты, месторождения. Технология производства соединений лития из концентратов. Серноокислотный способ переработки сподуменового концентрата. Переработка лепидолита. Сульфатный способ. Известковый способ. Получение чистого хлорида лития. Получение металлического лития. Электролитический способ. Получение лития вакуум-термическими методами. Восстановление оксида лития. Рафинирование черного лития. Правила обращения с литием. Упаковка. Хранение. |
| P2, T2 | Легкие редкие металлы. Рубидий и цезий | Историческая справка. Свойства рубидия и цезия. Свойства некоторых соединений рубидия и цезия. Применение рубидия и цезия. Переработка поллуцитового концентрата. Солянокислотный способ переработки поллуцитового концентрата. Комплексная переработка Соликамского карналлита. Получение металлического рубидия и цезия. Упаковка и хранение. |
| P2, T3 | Легкие редкие металлы. Бериллий | Общие сведения. Историческая справка. Свойства бериллия и его соединений. Соединения бериллия. Области применения |

| | | |
|----------------------|---|---|
| | | <p>бериллия. Минералы, руды, концентраты, месторождения. Технология производства соединений бериллия из берилловых концентратов. Фторидный способ. Сульфатный способ. Получение фторида и хлорида бериллия. Производство металлического бериллия. Металлотермический способ. Электролитический способ. Порошковая металлургия бериллия. Тех-ника безопасности при производстве бериллия.</p> |
| <p>P3, T1</p> | <p>Тугоплавкие редкие металлы. Титан, цирконий и гафний</p> | <p>Титан. Общие сведения. Краткая историческая справка. Физические и химические свойства титана. Свойства некоторых важнейших соединений титана. Области применения титана. Титановые минералы, руды, концентраты и месторождения. Технология получения соединений титана. Выплавка титановых шлаков из ильменитовых концентратов. Теория процесса. Практика процесса. Производство тетрахлорида титана. Теория хлорирования. Практика хлорирования. Хлорирование брикетированной шихты. Хлорирование шлака в солевом расплаве. Солевой хлоратор. Конденсация и разделение хлоридов. Очистка технического четыреххлористого титана. Ректификация и дистилляция.</p> <p>Получение металлического титана. Производство губчатого титана восстановлением его тетрахлорида магнием. Теория и практика восстановления и сепарации реакционной массы титана. Выпрессовка, обработка и затаривание титановой губки. Натриетермическое восстановление титана, из его тетрахлорида. Получение титана из его диоксида восстановлением металлическим кальцием или гидридом кальция. Электролитическое рафинирование титана в расплавах. Иодидный способ рафинирования титана.</p> <p>Цирконий и гафний. Краткая историческая справка. Физические свойства. Химические свойства. Свойства некоторых соединений. Области применения. Циркониевые руды, концентраты и месторождения.</p> <p>Производство химических соединений циркония и гафния. Разложение циркона спеканием с содой. Разложение циркона спеканием с карбонатом кальция.</p> <p>Способы извлечения циркония из спеков в раствор. Выделение циркония и гафния из растворов и получение диоксидов циркония и гафния. Осаждение хлористого цирконила и получение диоксида циркония. Выделение основных сульфатов и получение диоксида циркония. Производство фторцирконата калия. Производство тетрахлорида циркония. Разделение циркония и гафния. Фракционная кристаллизация фтористых комплексных солей. Экстракционное разделение. Ионообменное разделение. Ректификация хлоридов. Субхлоридный способ. Очистка четыреххлористого циркония возгонкой. Магниетермическое получение губчатых циркония и гафния восстановлением их тетрахлоридов. Сепарация реакционной массы. Получение циркония из фторцирконата калия восстановлением натрием. Электролитический способ рафинирования циркония и гафния. Получение титана, циркония и гафния в компактном виде. Иодидный метод</p> |

| | | |
|---------------|--|---|
| | | рафинирования циркония и гафния. Плавка в электродуговых печах. Электроннолучевая плавка. |
| РЗ, Т2 | Тугоплавкие редкие металлы. Тантал, ниобий, ванадий | <p>Тантал и ниобий. Краткая историческая справка. Физические и химические свойства тантала и ниобия. Свойства важнейших химических соединений тантала и ниобия. Области применения. Минералы, руды, концентраты и месторождения. Переработка танталито-колумбитовых концентратов. Вскрытие концентратов и получение черновых оксидов. Разложение сплавлением с гидроксидом натрия. Разложение плавиковой кислотой. Переработка лопаритовых концентратов. Способ хлорирования. Сернокислотный способ.</p> <p>Разделение тантала и ниобия и очистка их соединений от примесей, Дробная кристаллизация комплексных фторидов. Разделение тантала и ниобия экстракцией. Разделение тантала и ниобия ректификацией хлоридов. Получение металлического тантала и ниобия. Натриетермическое восстановление тантала и ниобия из фтортанталата калия и фторниобата калия. Карботермический способ получения ниобия и тантала из их оксидов. Алюмотермический способ получения ниобия и тантала из их высших оксидов. Получение тантала и ниобия из их хлоридов восстановлением водородом. Получение металлических тантала и ниобия электролизом расплавленных солей. Получение компактного тантала и ниобия. Дуговая плавка тантала и ниобия. Электронно-лучевая плавка.</p> <p>Ванадий. Краткая историческая справка. Свойства ванадия и его соединений. Важнейшие области применения. Минералы, руды и их месторождения.</p> <p>Производство соединений ванадия. Извлечение ванадия из фосфористого чугуна. Извлечение ванадия из железных титано-магнетитовых руд.</p> <p>Извлечение ванадия из передельных шлаков. Способ окислительного обжига с хлоридами. Обжиг. Выщелачивание. Осаждение ванадия из растворов. Способ окислительного обжига с карбонатом натрия. Осаждение ванадата кальция. Осаждение ванадатов железа. Осаждение ванадата аммония. Получение безводного технического пентаоксида ванадия. Способ хлорирования. Очистка оксотрихлорида ванадия. Извлечение ванадия из других видов сырья; из карналлитовых, патронитовых, роскоэлитовых руд, из бокситов, а так же из технического тетраоксида титана и хлорированием феррованадия. Получение металлического ванадия. Получение ванадия диссоциацией галогенидов. Восстановление ванадия из его пентаоксида металлическим кальцием. Получение феррованадия. Алюмотермический метод получения феррованадия.</p> |
| РЗ, Т3 | Тугоплавкие редкие металлы. Вольфрам, молибден, рений | Вольфрам. Краткая историческая справка. Химические и физические свойства вольфрама. Свойства важнейших соединений вольфрама. Области применения. Минералы, руды, концентраты и месторождения. |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Переработка вольфрамитовых концентратов. Вскрытие вольфрамитовых концентратов спеканием с содой и селитрой. Разложение вольфрамитовых концентратов растворами гидроксида натрия. Вскрытие шеелитовых концентратов спеканием с содой и песком. Вскрытие шеелитовых концентратов выщелачиванием содовым раствором в автоклавах, Разложение шеелитовых концентратов кислотами.</p> <p>Переработка растворов вольфрамата натрия. Очистка растворов вольфрамата натрия от примесей. Осаждение искусственного шеелита с получением вольфрамовой кислоты. Очистка технической вольфрамовой кислоты и получение триоксида вольфрама. Производство металлического вольфрама. Получение вольфрама, из его триоксида восстановлением водородом. Физико-химические основы процесса. Практика восстановления. Факторы, определявшие размер зерен вольфрамовых порошков. Получение компактного вольфрама методом порошковой металлургии. Прессование заготовок. Прессование штабиков. Гидростатическое прессование. Спекание штабиков. Высокотемпературное спекание ("сварка") штабиков. Спекание крупных заготовок. Электроннолучевая плавка вольфрама.</p> <p>Молибден. Краткая историческая справка. Физические и химические свойства молибдена. Свойства важнейших соединений молибдена. Области применения. минералы, руды, концентраты, месторождения. Переработка молибденитовых концентратов. Окислительный обжиг молибденитовых концентратов. Теория, процессы обжига. Практика обжига. Обжиг в многоподовых печах. Обжиг в печах кипящего слоя. Вскрытие молибденитовых концентратов азотной кислотой.. Производство чистого триоксида молибдена. Способ возгонки.</p> <p>Гидрометаллургический способ переработки огарков. Выщелачивание огарка аммиачными растворами. Очистка растворов от примесей железа и меди. Выделение молибдена из аммиачных растворов. Способ выпарки. Способ нейтрализации. Извлечение молибдена из маточных растворов. Термическое разложение парамолибдата аммония. Получение металлического молибдена из его триоксида восстановлением водородом. Производство компактного молибдена методом порошковой металлургии. Прессование заготовок. Гидростатическое прессование. Стадия предварительного спекания. Механизм спекания. Высокотемпературное спекание Дуговая плавка молибдена. Электроннолучевая плавка.</p> <p>Рений. Краткая историческая справка. Свойства рения. Свойства важнейших химических соединений рения. Области применения. Сырьевые источники рения. Поведение рения при переработке молибденитовых и медных концентратов. Технология извлечения рения из растворов и получение перрената аммония. Сорбция на активированном угле. Сорбция на ионообменных смолах. Экстракционные способы. Восстановление перрената аммония. Производство порошкообразного и компактного рения. Получение металлического рения</p> |
|--|--|--|

| | | |
|---------------|--|--|
| P4, T1 | Рассеянные редкие металлы. Галлий | <p>Краткая историческая справка. Физические и химические свойства галлия. Свойства важнейших соединений галлия. Сырьевые источники галлия.</p> <p>Получение галлия в производстве глинозема и алюминия. Цементация галлия на галламе алюминия. Схема аппарата - цементатора. Извлечение галлия и галлийсодержащего шлама из цементатора. Их обработка, извлечение галлия из шлама. Рафинирование галлия. Электролизер с твердым вращающимся галлиевым катодом (ТВГК) для извлечения галлия</p> |
| P4, T2 | Рассеянные редкие металлы. Индий и таллий | <p>Индий. Краткая историческая справка. Физические и химические свойства индия. Свойства важнейших соединений индия. Сырьевые источники получения индия. Предварительная обработка обогащенных индием продуктов. Выделение индиевых концентратов. Получение черного индия. Методы рафинирования черного индия.</p> <p>Таллий. Краткая историческая справка. Физические и химические свойства таллия. Области применения таллия. Сырьевые источники таллия. Извлечение таллия из обогащенных им продуктов. Получение металлического таллия и его рафинирование.</p> |
| P4, T3 | Рассеянные редкие металлы. Германий | <p>Германий. Краткая историческая справка. Физические и химические свойства германия. Области применения германия. Сырьевые источники германия. Способы первичной обработки продуктов, содержащих германий. Сульфатизирующий обжиг материала. Возгонка сульфида германия в восстановительной среде. Восстановительная плавка. Извлечение германия методами экстракции и сорбции. Получение германиевых концентратов. Производство диоксида германия высокой чистоты. Получение технического тетрахлорида германия. Очистка технического тетрахлорида германия. Очистка соляной кислотой. Очистка ректификацией. Получение диоксида германия из очищенного тетрахлорида германия. Восстановление германия из его диоксида. Очистка германия и получение монокристаллов.</p> |
| P4, T4 | Рассеянные редкие металлы. Селен и теллур | <p>Краткая историческая справка. Физические и химические свойства селена и теллура. Области применения селена и теллура. Сырьевые источники получения селена и теллура. Сырьевые источники. Извлечение селена и теллура из анодных шламов образующихся при электролитическом рафинировании меди. Окислительный обжиг медеэлектролитных шламов. Сульфатизирующий обжиг. Окислительное спекание с содой. Сульфатизация шлама для удаления меди и оксида никеля. Плавка огарков и остатков от выщелачивания на золотосеребряный сплав (сплав Доре). Осаждение селена из растворов алюминиевым порошком. Выделение теллура из растворов. Извлечение теллура из легкого «содотеллуrowого» шлама плавки огарков на сплав Доре. Рафинирование селена и теллура. Техника безопасности при работе с селеном и теллуrom.</p> |

| | | |
|----------------------|--|---|
| <p>P5, T1</p> | <p>Редкоземельные металлы Скандий</p> | <p>Общие сведения. Историческая справка. Свойства скандия. Свойства соединений скандия. Области применения скандия. Сырьевые источники получения скандия. Переработка сырья содержащего скандий. Методы осаждения. Осаждение гидроксида. Осаждение оксалата. Осаждение карбоната. Осаждение фторида. Ионный обмен. Экстракция.</p> <p>Примеры переработки сырья содержащего скандий. Переработка уран-ториевых руд». Переработка титано-магниевого концентратов. Переработка отходов вольфрамового и оловянного производства. Переработка шлаков ферровольфрамового и оловянного производства. Получение металлического скандия.</p> |
| <p>P5, T2</p> | <p>Редкоземельные металлы. Иттрий, лантан и лантаноиды</p> | <p>Общие сведения. Историческая справка. Свойства редкоземельных металлов. Свойства важнейших соединений редкоземельных металлов. Области применения» Сырьевые источники.</p> <p>Технология переработки моноцитовых концентратов. Сернокислотный, щелочной способы. Методы разделения редкоземельных элементов. Избирательное окисление. Избирательное восстановление. Разделение редкоземельных элементов экстракцией. Разделение с помощью ионообменных смол, Общие схемы полного разделения.</p> <p>Технология получения редкоземельных металлов. Исходные соединения для производства металлов. Получение хлоридов и фторидов редкоземельных металлов. Электролитический способ получения редкоземельных металлов. Металлотермические методы получения лантаноидов из галогенидов. Восстановление галогенидов кальцием. Восстановление хлоридов и фторидов. Литиетермический способ восстановления РЗМ из хлоридов. Восстановление самария, европия и иттербия из оксидов. Алюмотермический метод. Карботермический способ. Очистка редкоземельных металлов дистилляцией.</p> |
| <p>P6, T1</p> | <p>Радиоактивные редкие металлы. Торий</p> | <p>Общие сведения. Краткая историческая справка. Физические и химические свойства тория. Области применения тория, сырьевые источники получения тория. Технология производства тория. Получение чистых соединений тория. Производство металлического тория. Восстановление диоксида тория кальцием. Восстановление тетрафторида тория кальцием. Получение компактного тория.</p> |
| <p>P6, T2</p> | <p>Радиоактивные редкие металлы. Уран</p> | <p>Общие сведения. Краткая историческая справка. Физические и химические свойства урана. Области применения урана. Сырьевые источники получения урана. Извлечение урана из руд и получение концентратов. Извлечение урана кислотой. Извлечение урана раствором соды. Извлечение урана из морской воды сорбцией. Извлечение урана из растворов. Очистка концентратов. Получение тетрафторида урана. Производство металлического урана. Восстановление тетрафторида урана кальцием. Восстановление тетрафторида урана магнием. Плавка урана.</p> <p>Получение гексафторида урана способ и назначение</p> |

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения |
|---|---------------------------------|--|-------------|---------------------|
| | | | - | - |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Металлургия редких металлов

Электронные ресурсы (издания)

1. Кац, Д., Д.; Химия урана: уран как элемент, его бинарные соединения, гидраты окислов и оксигалогениды : монография.; Изд-во иностр. лит., Москва; 1954; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222548> (Электронное издание)
2. Богданович, К. И.; Ванадий : монография.; б.и., Петроград; 1918; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469181> (Электронное издание)
3. Перельман, Ф. М., Ефремов, Н. Н.; Рубидий и цезий : практическое пособие.; Изд-во Акад. наук СССР, Москва, Ленинград; 1941; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102376> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Зеликман, А. Н., Коршунов, Б. Г.; Metallургия редких металлов : Учеб. для вузов по специальности "Metallургия цв. металлов"; Metallургия, Москва; 1991 (29 экз.)
2. Коленкова, М. А., Крейн, О. Е.; Metallургия рассеянных и легких редких металлов : Учеб. пособие для вузов.; Metallургия, Москва; 1977 (6 экз.)
3. Михайличенко, А. И., Михлин, Е. Б., Патрикеев, Ю. Б.; Редкоземельные металлы; Metallургия, Москва; 1987 (2 экз.)
4. ; Проблемы применения хлорных методов в metallургии редких металлов; Metallургия, Москва; 1991 (5 экз.)
5. ; Редкие и рассеянные элементы : Химия и технология: В 3 кн.: Учебник для вузов. Кн. 1. ; МИСИС, Москва; 1996 (15 экз.)
6. Коровин, С. С.; Редкие и рассеянные элементы : Химия и технология: В 3 кн.: Учебник для вузов. Кн. 2. ; МИСИС, Москва; 1999 (15 экз.)
7. ; Аппаратурное оформление производства редких металлов : Учеб. пособие.; Б. и., Москва; 1981 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Деревянкин В. А., Чернышов В. Б. Лабораторный практикум по курсу "Metallургия редких металлов", <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/1387>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Металлургия редких металлов

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------|---|---|--|
| 1 | Лекции | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 2 | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 3 | Консультации | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 4 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

| | | | |
|---|----------------------------------|---|--|
| | | <p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> | |
| 5 | Самостоятельная работа студентов | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Комплексная переработка техногенных
отходов цветных металлов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-----------------------------------|--|------------------------|---------------------------------|
| 1 | Мамяченков Сергей Владимирович | д.т.н., с.н.с | заведующий кафедрой | Металлургия цветных металлов |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Мамяченков Сергей Владимирович, заведующий кафедрой, Металлургия цветных металлов**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание |
|-------------------|--|---|
| P1 | Теоретические основы металлургии вторичного и техногенного сырья | Общие принципы построения технологических схем комплексной переработки вторичного и техногенного сырья цветных металлов. Физико-химические принципы пирометаллургических технологий. Физико-химические особенности гидро-электро-металлургической переработки вторичного сырья. Ионнообменные и экстракционные процессы во вторичной металлургии |
| P2 | Производство вторичной меди и сплавов на ее основе | Характеристика исходного сырья. Переработка лома и отходов на черновую медь и бронзу. Конвертирование черной меди. Совместная переработка черной меди и штейна. Производство сплавов на медной основе. Печи для выплавки бронз и латуней. Сравнительная характеристика канальных и тигельных индукционных печей для выплавки медных сплавов. Практика и показатели выплавки бронз и латуней. Рафинирование вторичных медных сплавов |
| P3 | Гидрометаллургическая переработка вторичного медного сырья | Современные способы подготовки вторичных материалов к гидрометаллургии. Производство медного купороса. Получение компактной меди и медной фольги. Растворение в аммиачных растворах. Переработка биметаллических отходов. Производство меди из лома электродвигателей Автоклавное выщелачивание металлизированного вторсырья и медьсодержащих полупродуктов. Извлечение меди из бедных растворов |

| | | |
|----|--|---|
| P4 | Переработка лома и отходов на никелевой основе | Плавка на ферроникель. Дуговые электрические печи и практика их обслуживания. Переработка в конвертерах. Способы переработки сложных по составу отходов. Совместная переработка первичных и вторичных никель-кобальтсодержащих материалов. Гидрометаллургические способы переработки сырья. Получение сульфата никеля |
| P5 | Переработка вторичного оловянного сырья | Рекуперация отходов лужения жести. Гидрометаллургическая переработка полупродуктов рекуперации отходов лужения жести. Электроплавка отходов лужения жести. Фьюмингование отходов. Регенерация олова с жестяного скрапа хлорным методом. Гидрометаллургические способы. Электрохимические способы. |
| P6 | Переработка отходов стали с низким содержанием цинка | Поведение цинка и свинца в производстве вторичной стали из железного лома. Цинксодержащие пыли конвертеров и дуговых сталеплавильных печей. Химическое и термическое обесцинкование лома. Щелочное обесцинкование отходов. CED-процесс. MRTI-технология. Перспективы процессов прямого извлечения цинка из оцинкованных отходов. |
| P7 | Утилизация и переработка пылей электродуговых печей. | <p>Вельцевание. Плавка в факельном реакторе. Плавка в шахтной печи. Переработка в печи с вращающейся подиной.</p> <p>Варианты утилизации и переработки пылей ЭДП. Физико-химические основы вельц-процесса. Показатели вельцевания и состав продуктов. Конструкция вельц-печи. Переработка вельц-возгонов. Технология HRD. Технология переработки пылей ЭДП в факельном реакторе. Аппаратурное оформление процесса. DRYIRON-процесс и конструкция печи с вращающейся подиной. Модульные установки для переработки пылей ЭДП. Allmet-процесс. Ausmelt-процесс. Contop-процесс. Plasma-dust-процесс и другие плазменные технологии.</p> <p>Конструкция печи и технология плавки Ausmelt. Доработка шлаков. Технология плавки пылей ЭДП в циклонной печи Contop. Процесс Oxide Recycle с применением плазменной дуги. Технология шахтной плавки MF. Сравнение показателей различных технологий. Особенности подготовки шихты для плазменных процессов. Принцип работы генераторов плазмы. Факельная плавка ScanDust с возгонкой цинка из шлака. Технология конденсации цинка. Использование плазмы в электродуговой печи постоянного тока. Преимущества и недостатки плазменных процессов.</p> <p>Гидрометаллургические способы переработки пылей ЭДП. Ezinex – процесс. Zincex-процесс. Тенденции переработки и утилизации пылей ЭДП. Ezinex – процесс: выщелачивание цинка из пыли ЭДП; очистка раствора от примесей; электроосаждение цинка; очистка раствора от хлоридов щелочных металлов. Использование жидкостной экстракции в Zincex-процессе. Получение товарного оксида цинка. Принципиальная схема процесса MZR. Регенерация экстрагента. Анализ путей развития технологий переработки пылей ЭДП</p> |

| | | |
|------------------|---|--|
| <p>P8</p> | <p>Металлургическая переработка вторичного свинцового сырья</p> | <p>Предварительная десульфуризация оксисульфатной части аккумуляторного лома</p> <p>Химизм процесса десульфуризации. Технология десульфуризации и применяемые реагенты. Утилизация растворов сульфата натрия. Отражательная плавка. Процесс AUSMELT. Электроплавка. Совместная переработка первичного и вторичного сырья.</p> <p>Технологическая схема переработки неразделанных батарей в шахтной печи. Очистка газов. Технологическая схема совместной плавки металлической фракции и десульфуризованной пасты в отражательной печи. Короткобарабанная вращающаяся отражательная печь. Недостатки технологии переработки свинецсодержащих материалов во вращающихся печах. Двухстадийная технология AUSMELT. Состав шихты и продуктов плавки. Преимущества и недостатки технологии AUSMELT. Содово-восстановительная электроплавка на свинцово-сурьмянистый сплав. Кислородно-взвешенная электротермическая плавка (КИВЦЭТ). Процесс QSL. Kaldo-процесс. КЭПАЛ-ЖВ процесс. Низкотемпературные процессы.</p> <p>Высокотемпературные процессы при обжиге/плавке свинецсодержащей шихты в атмосфере кислорода. Особенности конструкции печи КИВЦЭТ. Техничко-экономические показатели процесса. Технология плавки в горизонтальном реакторе. Схема QSL-завода. Переработка свинцового вторсырья в конвертере Kaldo. Стадии и показатели конвертирования. Автогенная плавка дробленого аккумуляторного лома в барботируемой жидкой ванне. Технологическая схема переработки лома свинцовых аккумуляторов без предварительной разделки в агрегате КЭПАЛ-ЖВ. Щелочная плавка металлической фракции от разделки батарей. Гидрометаллургические способы переработки аккумуляторных батарей. Электрохимическое восстановление свинца из раствора. Технологии PLACID и PLINT. CX-EW-процесс. Технология получения химических соединений свинца из отработавших батарей. Преимущества и недостатка гидрометаллургических методов. Химические реакции, протекающие на отдельных стадиях. Очистка растворов от примесей и разложение PbO₂. Катодные и анодные реакции при электроэкстракции свинца. Основные операции технологической схемы PLACID. Схема электроосадительной ванны PLACID. Основные недостатки PLACID-процесса. Десульфуризация пасты и сульфидизация свинца. Принципиальная схема CX - EWS + FLUBOR – процесса. Сравнение гидрометаллургических и пирометаллургических схем переработки пасты.</p> |
| <p>P9</p> | <p>Извлечение благородных металлов из лома и отходов</p> | <p>Переработка серебросодержащего сырья. Переработка фиксажных растворов. Снятие покрытий серебра, переработка шламов и сплавов. Переработка аккумуляторного лома. Вторичное сырье и отходы, содержащие благородные металлы. Способы переработки вторичного сырья, содержащего золото, серебро и платину. Осаждение сульфида серебра из фиксажных растворов. Цементация серебра. Осаждение</p> |

| | | |
|------------|---|--|
| | | серебра электролизом. Методы снятия серебряных покрытий. Жидкофазное хлорирование шламов. Технологическая схема переработки серебросодержащих шламов. Электроплавка аккумуляторного лома. Переработка золотосодержащего сырья. Растворение в царской водке и жидкофазное хлорирование. Методы восстановления золота из растворов. Технологические схемы извлечения золота из вторичного сырья. Использование иодидных растворов. Плавка на веркблей. Купеляционная печь. Вторичное сырье для производства платиновых металлов. Технологии переработки катализаторов. Гидрометаллургическая переработка измельченных алюмокатализаторов. Жидкофазное хлорирование в солянокислых растворах. Схема установки для хлорирования катализаторов. |
| P10 | Охрана окружающей среды в металлургии техногенного и вторичного сырья | Особенности состава пылевых и газов выбросов, отработанных растворов и сточных вод вторичной цветной металлургии. Принципы выбора технологической схемы пылеулавливания и оборудования для ее реализации. Методы обезвреживания газов, содержащих хлор, фтор, ртуть, мышьяк. Водопотребление и водосброс. Очистка сточных вод (отстаивание, нейтрализация, сорбционные методы). Системы замкнутого водоснабжения на предприятиях вторичной цветной металлургии. |
| P11 | Направления совершенствования технологий переработки техногенного и вторичного сырья цветных металлов | Интенсификация и совершенствование пирометаллургических технологий производства металлов, сплавов, химических соединений из вторичного сырья. Перспективные процессы. Современные и разрабатываемые гидроэлектрометаллургические методы переработки техногенного сырья. Пути повышения комплексности использования отходов и лома, снижения энергозатрат, загрязнения окружающей среды. |

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения |
|---|---------------------------------|--|-------------|---------------------|
| | | | - | - |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Комплексная переработка техногенных отходов цветных металлов

Электронные ресурсы (издания)

1. , Набойченко, , С. С.; Процессы и аппараты цветной металлургии : учебник.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/69669.html> (Электронное издание)

2. Смирягин, А. П.; Промышленные цветные металлы и сплавы : практическое пособие.; Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, Москва; 1956; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228183> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Тарасов, А. В., Бессер, А. Д., Тарасов, А. В., Мальцев, В. И.; Металлургическая переработка вторичного цинкового сырья; Гинцветмет, Москва; 2004 (2 экз.)
2. , Тарасов, А. В., Бессер, А. Д., Мальцев, В. И., Сорокина, В. С.; Металлургическая переработка вторичного свинцового сырья; Гинцветмет, Москва; 2003 (1 экз.)
3. , Игнатьева, М. Н., Карелов, С. В., Мочалова, Л. А., Пахальчак, Г. Ю., Советкин, В. Л., Ярошенко, Ю. Г.; Оценка и пути достижения экологической чистоты металлургического производства : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Металлургия".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2008 (9 экз.)
4. , Филиппов, М. А.; Цветные металлы и сплавы : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 22.03.02, 22.04.02 - Металлургия, 22.03.01, 22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (20 экз.)
5. Худяков, И. Ф., Дорошкевич, А. П., Карелов, С. В.; Металлургия вторичных тяжелых цветных металлов : Учебник для вузов по специальности "Металлургия цв. металлов" и "Металлургия вторич. цв. металлов".; Металлургия, Москва; 1987 (48 экз.)
6. Юсфин, Ю. С., Леонтьев, Л. И., Черноусов, П. И.; Промышленность и окружающая среда : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 651300 "Металлургия".; Академкнига, Москва; 2002 (7 экз.)
7. Колобов, Г. А., Бредихин, В. Н., Чернобаев, В. М.; Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов : Учеб. для вузов по специальности "Металлургия цв. металлов".; Металлургия, Москва; 1993 (12 экз.)
8. Яковлев, С. В.; Обработка и утилизация осадков производственных сточных вод; Химия, Москва; 1999 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://elibrary.ru> – E-Library, научная электронная библиотека

<http://www.journals.cambridge.org> — база данных Cambridge Science, Technology & Medicine (STM) Journal, Cambridge University Press

<http://search.ebscohost.com> – база данных Academic Search Complete, компания EBSCO publishing

<http://apps.webofknowledge.com> — база данных Web of Science SCI (WOS), компания Thompson Reuters.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Комплексная переработка техногенных отходов цветных металлов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------|---|---|--|
| 1 | Лекции | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 2 | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 3 | Консультации | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 4 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 5 | Самостоятельная работа студентов | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

| | | | |
|--|--|-----------------------------|--|
| | | Подключение к сети Интернет | |
|--|--|-----------------------------|--|

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Комплексная переработка руд цветных и
благородных металлов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|---------------------------------|--|------------------|---------------------------------|
| 1 | Колмачихина Эльвира Барыевна | к.т.н. | доцент | Металлургия цветных металлов |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание |
|-------------------|-------------------------------------|--|
| P1 | Переработка рудного цинкового сырья | <p>Характеристика месторождений цинка. Переработка цинковых концентратов по технологии «обжиг-выщелачивание-электролиз»:</p> <p>теоретические особенности обжига и применяемое оборудование, практика процесса, варианты модернизации оборудования;</p> <p>выщелачивание цинкового огарка (варианты схем), теория и практика процесса, оборудование, используемое для выщелачивания;</p> <p>очистка растворов после выщелачивания от ионов меди, кадмия, никеля, кобальта, хлора, теория цементации, схемы цементационной очистки;</p> <p>электроэкстракция цинка, теория процесса, влияние примесей на качество катодного осадка и расход электроэнергии, применяемое оборудование;</p> <p>вельцевание цинковых кеков, теория процесса вельцевания, применяемое оборудование.</p> <p>Выделение меди, кобальта и никеля из цементных остатков. Технология получения индия из вельц-возгонов. Альтернативные технологии переработки сульфидных цинковых концентратов (автоклавные технологии, TSL-печи, Империл смелтинг). Способы очистки растворов от примесей (гетит-, ярозит-процессы).</p> |

| | | |
|----|--------------------------------------|--|
| P2 | Переработка рудного свинцового сырья | <p>Характеристика месторождений свинца. Пирометаллургические способы переработки свинцовых концентратов (обжиг, плавка, рафинирование). Гидрометаллургические способы извлечения свинца из рудного сырья (на примере The Paroo Station).</p> |
| P3 | Переработка рудного никелевого сырья | <p>Характеристика месторождений никеля. Получение ферроникеля из окисленных никелевых руд (ОНР) (теория и практика процесса). Агломерация и брикетирование ОНР (назначение, применяемое оборудование, состав шихты). Восстановительно-сульфидирующая плавка ОНР (основные процессы, составы штейнов, конструкция шахтной печи). Конвертирование никелевых штейнов (химизм процесса, поведение кобальта, никеля и железа, стадии конвертирования, составы файнштейнов и шлаков, конструкция конверторов, практика процесса). Обжиг никелевого файнштейна и выщелачивание огарка (теория процессов, применяемое оборудование). Электроплавка никелевого огарка (теория процесса, применяемое оборудование).</p> <p>Гидрометаллургические способы переработки ОНР (автоклавное, аммиачно-карбонатное, сернокислотное, солянокислотное выщелачивание).</p> <p>Извлечение никеля и кобальта из сульфидных руд: составы концентратов, автоклавное выщелачивание и флотация, плавка концентратов, конвертирование, флотация медно-никелевый файнштейнов, обжиг никелевого файнштейна, электроплавка никелевого огарка, электрорафинирование никеля.</p> <p>Варианты извлечения кобальта из шлаков, получаемых при переработке ОНР и сульфидных никелевых концентратов</p> |

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения |
|---|---------------------------------|--|-------------|---------------------|
| | | | - | - |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Комплексная переработка руд цветных и благородных металлов

Электронные ресурсы (издания)

1. Чекушин, В. С.; Комплексная переработка минерального, вторичного и техногенного сырья благородных металлов : учебник.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497047> (Электронное издание)

2. , Набойченко, , С. С.; Процессы и аппараты цветной металлургии : учебник.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/69669.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Худяков, И. Ф., Агеев, Н. Г., Кляйн, Н. Г.; Металлургия меди, никеля, сопутствующих элементов и проектирование цехов : Учебник для вузов по специальности "Металлургия цв. металлов".; Металлургия, Москва; 1993 (11 экз.)
2. Романтеев, Ю. П., Быстров, В. П.; Металлургия тяжелых цветных металлов. Свинец. Цинк. Кадмий; МИСиС, Москва; 2010 (5 экз.)
3. , Казанбаев, Л. А., Козлов, П. А., Кубасов, В. Л., Травкин, В. Ф.; Индий. Технология получения; Руда и Металлы, Москва; 2004 (2 экз.)
4. Снурников, А. П.; Комплексное использование сырья в цветной металлургии; Металлургия, Москва; 1977 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Комплексная переработка руд цветных и благородных металлов

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|--------------|---------------------|---|--|
| 1 | Лекции | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

| | | | |
|---|---|---|--|
| 2 | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 3 | Лабораторные занятия | Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 4 | Консультации | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 5 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет | Не требуется |
| 6 | Самостоятельная работа студентов | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет | Не требуется |