

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.07 Теория металлургических процессов

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

22.03.02 Металлургия

Направленность (профиль)

22.03.02 Металлургия

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

**Старший преподаватель, Алексеева Татьяна Викторовна**

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Предметом изучения дисциплины являются физико-химические закономерности, определяющие направление и глубину протекания гидрометаллургических, пирометаллургических и электрометаллургических процессов.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов базовых теоретических знаний, которые лежат в основе металлургических процессов. В результате изучения дисциплины студенты должны овладеть не только теорией, но и методами расчета основных физико-химических характеристик металлургических процессов.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В задачи изучения дисциплины входит формирование компетенций, которые помогут раскрыть роль теории металлургических процессов при описании многокомпонентных систем, знание и понимание термодинамических и кинетических аспектов работы различных систем, что позволит студентам определять оптимальные, экономически выгодные параметры металлургических процессов.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|
| <b>ПК-6: Способен осуществлять организационно-технические мероприятия в отделениях гидрометаллургического производства</b>   |  |
| ПК-6.1: Контролирует, выявляет, анализирует, корректирует и разрабатывает предложения по выполнению производственных заданий в отделениях вспомогательных операций гидрометаллургического производства | Влияние качества подготовительных и вспомогательных работ, подготовки регентов, точности соблюдения технологических регламентов на результаты и эффективность основного гидрометаллургического производства<br>Корректировать ключевые параметры технологических и вспомогательных операций гидрометаллургического производства<br>Контроль качества подаваемых в гидрометаллургические процессы реагентов |

|  |  |
|--|--|
| <p>ПК-6.2: Контролирует, выявляет, анализирует, корректирует и разрабатывает предложения по выполнению производственных заданий в отделениях основных операций гидрометаллургического производства</p>   | <p>Аппаратурно-технологические схемы, технологии и химические реакции процессов выщелачивания, концентрирования и очистки растворов выщелачивания сорбцией, экстракцией, цементацией, осадительными методами, процессов агитации, растворения, осаждения, разложения, фильтрации, выпаривания продукции, обезвреживания и нейтрализации растворов, извлечения из них металлов, очистки растворов от попутных металлов и примесей<br/>Теория и технология гидрометаллургического</p>  |
|  | <p>производства тяжелых цветных металлов<br/>Корректировать ключевые параметры технологических процессов гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов, влияющие на качество получаемой продукции<br/>Контроль характеристик и свойств поступающих реагентов, шихты, пульпы, растворов, гидратов, вспомогательных и расходных материалов<br/>Принятие решений о режимах обработки поступивших в переработку шихты, растворов, пульпы, гидратов, спеков, шламов, оборотных растворов, промывных и сточных вод, продуктов выщелачивания и классификации</p> |
| <p><b>ПК-7: Способен осуществлять организационно-технические мероприятия в отделениях пирометаллургического производства</b></p>   |  |
| <p>ПК-7.1: Контролирует, выявляет, анализирует, корректирует и разрабатывает предложения по выполнению производственных заданий в подразделениях подготовки шихты к пирометаллургической переработке</p> | <p>Требования и технические условия к материалам, поступающим на подготовку шихты<br/>Технологические регламенты подготовки шихты, плавки на штейн (металл), конвертирования штейна<br/>Определять причины и последствия негативных изменений параметров и показателей процессов производства тяжелых цветных металлов<br/>Основные факторы, влияющие на производительность пирометаллургических процессов, на удельные расходы шихтовых материалов, энергоресурсов и на показатели качества металлургической продукции</p>  |

|   |  |
|---|--|
| <p>ПК-7.2: Контролирует, выявляет, анализирует, корректирует и разрабатывает предложения по выполнению производственных заданий плавильным переделом пирометаллургического производства</p> | <p>Основные металлургические технологии производства тяжелых цветных металлов, физические процессы и химические реакции процесса плавки цветных металлов и сплавов<br/> Факторы, влияющие на ход технологического процесса, и способы управления ими<br/> Параметры оптимальных режимов плавки в зависимости от состава шихты и заданных марок сплавов<br/> Регулировать процесс плавки на основе данных о составе переплавляемых материалов, показаний контрольно-измерительных приборов и визуальных</p> |
|   | <p>наблюдений<br/> Корректировать процессы плавки добавлением флюсов и оборотных материалов, интенсивностью дутья<br/> Организовывать в зависимости от содержания металла и химического состава шихты ведение процесса плавки в режимах, обеспечивающих максимальное извлечение металла и выход годного</p>  |
| <p><b>ПК-8: Способен осуществлять организационно-технические мероприятия в отделениях глиноземного производства</b></p>   |  |
| <p>ПК-8.3: Контролирует, выявляет, анализирует, корректирует и разрабатывает предложения по выполнению производственных заданий по электролизному производству алюминия</p>                 | <p>Физико-химические процессы и технологии, используемые в электролизе алюминия<br/> Теория и технология электролизного производства алюминия<br/> Выявлять причины отклонения текущих параметров технологического процесса и состояния оборудования от установленных значений<br/> Принятие решений о режимах ведения процесса электролиза</p>  |

#### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы                         | Всего,<br>зачетных<br>единиц<br>(акад.час) | е |
|--|--|---|
|  |  | 1 |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b> | <b>1,5 (54)</b>                            |   |
| занятия лекционного типа                   | 0,72 (26)                                  |   |
| практические занятия                       | 0,78 (28)                                  |   |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> | <b>1,5 (54)</b>                            |   |
| курсовое проектирование (КП)               | Нет  |   |
| курсовая работа (КР)                       | Нет  |   |

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

|   |   | Контактная работа, ак. час.    |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|---|---|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| №<br>п/п  | Модули, темы (разделы) дисциплины   | Занятия<br>лекционного<br>типа |                          | Занятия семинарского типа                 |                          |  |                          | Самостоятельная<br>работа, ак. час. |                          |
|   |   |                                |                          | Семинары и/или<br>Практические<br>занятия |                          | Лабораторные<br>работы и/или<br>Практикумы |                          |                                     |                          |
|   |   | Всего                          | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                     | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                      | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                               | В том<br>числе в<br>ЭИОС |
| <b>1. Теория гидрометаллургических процессов.</b> |   |                                |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 1. Механизм выщелачивания.  | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 2. Термодинамика простого растворения и растворения с химической реакцией.        | 4                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 3. Кинетика выщелачивания.  | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 4. Термодинамика процессов выделения металлов из раствора.                        | 4                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 5. Термодинамика процессов выщелачивания, сопровождающихся химическими реакциями. |                                |                          | 4   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 6. Кинетика выщелачивания.  |                                |                          | 2   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 7. Расчеты процессов кристаллизации и осаждения труднорастворимых соединений.     |                                |                          | 2   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 8. Расчет процесса цементации.  |                                |                          | 2   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 9. Расчеты процессов сорбции и экстракции.  |                                |                          | 2   |                          |  |                          |                                     |                          |

|  |   |  |   |  |  |  |  |    |    |
|--|---|--|---|--|--|--|--|----|----|
| 10. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних заданий.   |   |  |   |  |  |  |  | 28 | 14 |
| <b>2. Теория пирометаллургических процессов.</b>   |   |  |   |  |  |  |  |    |    |
| 1. Необходимые условия для осуществления пирометаллургических процессов. Состав газовой фазы и влияние его на процесс. | 2 |  |   |  |  |  |  |    |    |
| 2. Процессы образования и диссоциации карбонатов, оксидов, сульфидов.  | 2 |  |   |  |  |  |  |    |    |
| 3. Процессы с участием сульфидов.  | 2 |  |   |  |  |  |  |    |    |
| 4. Восстановление оксидов металлов.  | 2 |  |   |  |  |  |  |    |    |
| 5. Рафинирование металлов.   | 2 |  |   |  |  |  |  |    |    |
| 6. Диссоциация карбонатов металлов.  |   |  | 2 |  |  |  |  |    |    |
| 7. Определение типа диссоциации оксидов металлов.  |   |  | 2 |  |  |  |  |    |    |
| 8. Определение окислительной способности газовой фазы.   |   |  | 2 |  |  |  |  |    |    |
| 9. Восстановление металлов.  |   |  | 4 |  |  |  |  |    |    |
| 10. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних заданий.   |   |  |   |  |  |  |  | 18 | 10 |
| <b>3. Теория электрометаллургических процессов.</b>  |   |  |   |  |  |  |  |    |    |
| 1. Основные законы электролиза. Электроды. Классификация электродов. Кинетика электродных процессов.                   | 4 |  |   |  |  |  |  |    |    |
| 2. Расчет производительности электролизеров, выхода по току, удельного расхода электроэнергии.                         |   |  | 4 |  |  |  |  |    |    |
| 3. Расчет ЭДС гальванических цепей и электродных потенциалов.  |   |  | 2 |  |  |  |  |    |    |



|  |    |  |    |  |  |  |    |    |
|--|----|--|----|--|--|--|----|----|
| 4. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних заданий. Подготовка к зачету. |    |  |    |  |  |  | 8  | 10 |
| Всего  | 26 |  | 28 |  |  |  | 54 | 34 |

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Вольдман Г. М., Зеликман А. Н. Теория гидрометаллургических процессов: учебное пособие для вузов по спец. "Химическая технология редких металлов и материалов на их основе"(Москва: Интермет инжиниринг).
2. Набойченко С. С., Агеев Н. Г., Дорошкевич А. П., Жуков В. П., Елисеев Е. И., Карелов С. В., Лебедь А. Б., Мамяченков С. В., Набойченко С. С. Процессы и аппараты цветной металлургии: учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Металлургия"(Екатеринбург: Уральский технический университет - УПИ).
3. Ванюков А. В., Зайцев В. Я. Теория пирометаллургических процессов: учебное пособие для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов"(Москва: Металлургия).
4. Зеликман А. Н., Вольдман Г. М., Беляевская Л. В. Теория гидрометаллургических процессов: учебник для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов" и "Химическая технология редких и рассеянных элементов"(Москва: Металлургия).
5. Исаева Л. А., Михалев Ю. Г. Теория электрометаллургических процессов: учеб. пособие для вузов по спец. "Металлургия цветных металлов"(Красноярск: ГУЦМиЗ).
6. Погодаев А. М., Погодаева И. А. Теория пирометаллургических процессов: [сборник задач](Красноярск: СФУ).
7. Исаева Л. А., Михалев Ю. Г. Теория электрометаллургических процессов: [практикум](Красноярск: Красноярский университет цветных металлов и золота [ГУЦМиЗ]).
8. Исаева Л. А. Теория электрометаллургических процессов: учеб.-метод. пособие для самост. работы студентов спец. 150102.65 «Металлургия цветных металлов».(Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. В учебном процессе по данной дисциплине используются программные средства Microsoft Office. Специальное программное обеспечение по данной дисциплине не используется.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Каждый студент обеспечивается доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей учебные материалы.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

В аудитории для проведения лекционных занятий желательно демонстрационное оборудование: компьютер (с установленными программными средствами Microsoft Office), проектор, интерактивная доска.