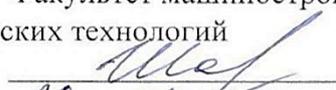


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет машиностроительных и химиче-  
ских технологий  
 Саблин П.А.  
«28» 04 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Теория гидрометаллургических процессов»

Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) образовательной программы	Технологии переработки полезных ископаемых и извлечения драгоценных металлов
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовая работа, Зачет с оценкой	Кафедра «Химия и химические технологии»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат технических наук

 Проценко А.Е.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Химия и химические технологии»

 Шакирова О.Г.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Теория гидрометаллургических процессов» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации от 07.08.2020 № 922, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Технологии переработки полезных ископаемых и извлечения драгоценных металлов» по направлению подготовки «18.03.01 Химическая технология».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 27.046 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМУ ПРОИЗВОДСТВУ ТЯЖЕЛЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ».

Обобщенная трудовая функция: В Организация выполнения основных операций процесса гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов.

НЗ-1 Расположение, устройство, назначение, принцип действия, технические характеристики, правила обслуживания и эксплуатации гидрометаллургического оборудования (в том числе сосудов, работающих по давлению) и технологической арматуры (запорной и регулирующей арматуры, системы трубопроводов, насосного хозяйства, дозирующих и подающих устройств и механизмов), применяемых контрольно-измерительных приборов, средств автоматики и сигнализации в отделении основных операций гидрометаллургического производства, НЗ-1 Устройство, назначение, технические характеристики, правила обслуживания и эксплуатации применяемого в гидрометаллургическом производстве основного и вспомогательного оборудования (классификаторов, гидропульперов, автоклавов, сепараторов, подогревателей, баковой аппаратуры, агитаторов, фильтров, питателей, перколяторов, декомпозеров, сгустителей, карбонизаторов, мешалок), НЗ-2 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, НЗ-2 Требования технических условий к качеству поступающих на обработку реагентов, шихты, растворов, пульпы, гидратов, спеков, шламов, очищенных растворов, продуктов выщелачивания и классификации, НЗ-3 Технологические инструкции и регламенты по приемке реагентов, расходных и вспомогательных материалов в отделении гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов, НЗ-4 Производственно-технические и технологические инструкции, технологические карты, регламенты, регулирующие порядок и правила ведения процессов в отделении гидрометаллургического производства, НЗ-5 Способы выявления и регламент действий по устранению выявленных неисправностей и отклонений в режимах работы оборудования в отделении основных операций гидрометаллургического производства, НЗ-5 Аппаратурно-технологические схемы, технологии и химические реакции процессов выщелачивания, агитации, растворения, осаждения, разложения, фильтрации, выпаривания продукции, обезвреживания и нейтрализации сточных и промывных вод и растворов, извлечения из них металлов, очистки растворов от попутных металлов и примесей, НЗ-6 Влияние качества подготовительных и вспомогательных работ, подготовки реагентов, точности соблюдения технологических регламентов на результаты и эффективность гидрометаллургического производства, НЗ-6 Физико-химические процессы, используемые в гидрометаллургическом производстве тяжелых цветных металлов, НЗ-8 Требования к качеству подаваемых в гидрометаллургические агрегаты реагентов и материалов, НЗ-9 Правила и порядок действий при запуске, отключении, настройке и контроле режима работы технологических агрегатов и вспомогательного оборудования гидрометаллургического производства, НЗ-10 Теория и технология гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов, НЗ-12 Требования к составлению и оформлению технической документации в отделении основных операций гидрометаллургического производства, НЗ-14

План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий в отделении основных операций гидрометаллургического производства, НЗ-15 Требования охраны труда, производственной санитарии, промышленной, экологической, пожарной и химической безопасности в отделении основных операций гидрометаллургического производства, НЗ-16 Специализированное программное обеспечение отделения основных операций гидрометаллургического производства, НУ-15 Определять на основе оценки рисков меры по обеспечению безопасности технологических процессов гидрометаллургического производства.

Задачи дисциплины	изучение основ теории гидрометаллургических процессов, научно обоснованное управление конкретной операцией, обеспечивающее быстрое и полное завершение процесса в требуемом направлении, чтобы получить продукцию заданного качества
Основные разделы / темы дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Цель и задачи курса</li> <li>2. Химизм и термодинамика процессов выщелачивания</li> <li>3. Кинетика процессов выщелачивания</li> <li>4. Основы теории процессов ионного обмена и экстракции.</li> <li>5. Осаждение металлов из растворов</li> <li>6. Закономерности осаждения труднорастворимых соединений и кристаллизации</li> </ol>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Теория гидрометаллургических процессов» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен принимать организационные и технические меры по выполнению производственных заданий по производству готовой продукции гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов	ПК-1.1 Знает конкретные технические решения типовых технологических гидро-металлургических процессов, технические средства и технологии, экологические последствия их применения ПК-1.2 Умеет выбирать технические средства и технологии гидрометаллургии с учетом экологических последствий их применения	Знание основных закономерностей процессов выщелачивания, способы экспериментального определения природы лимитирующей стадии и интенсификации процесса; методы сорбции и экстракции, основы теории и технологии этих процессов; закономерности кристаллизации солей; методы осаждения малорастворимых соединений; методы осаждения металлов из растворов (цементация, восстановление водородом).

	<p>ПК-1.3 Владеет навыками контроля работы технологических объектов и структурных подразделений гидрометаллургических предприятий</p>	<p>Умение рассчитывать и анализировать вероятность протекания процесса и влияние основных параметров на константу равновесия реакции; планировать и проводить экспериментальные исследования по кинетике процесса, используя математические методы планирования эксперимента и обработки полученных результатов; обсуждать полученные экспериментальные данные, обосновывать их достоверность, анализировать причины отклонения от теоретических закономерностей; предлагать механизм протекания процесса и способы его интенсификации.</p> <p>Владение основами химической термодинамики и кинетики гидрометаллургических процессов, а также владеть навыками научного анализа конкретного гидрометаллургического процесса, навыками подготовки рекомендаций по его интенсификации и улучшению качества получаемой продукции.</p>
--	---	--

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория гидрометаллургических процессов» изучается на 3 курсе, 5 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части.

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Теория гидрометаллургических процессов», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Проектирование цехов переработки цветных металлов», «Проектирование обогатительных фабрик», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Теория гидрометаллургических процессов» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения лабораторных работ, самостоятельных работ.

Дисциплина «Теория гидрометаллургических процессов» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	64
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	32
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	80
Промежуточная аттестация обучающихся – Курсовая работа, Зачет с оценкой	0

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Введение. Цель и задачи курса.				

История развития гидрометаллургических процессов	2			
Химизм и термодинамика процессов выщелачивания.				
Химизм процессов выщелачивания, не сопровождающихся изменением степени окисления компонентов.	4			
Изучение процесса пассивации поверхности минерального сырья при выщелачивании			4	
Термодинамическая оценка процессов выщелачивания, сопровождающихся химическим взаимодействием			4	
Процессы выщелачивания				30
Кинетика процессов выщелачивания.				
Общая характеристика выщелачивания как гетерогенного процесса	8			
Исследование влияния температуры на скорость процесса выщелачивания			4	10
Исследование зависимости скорости процесса выщелачивания от концентрации реагента			4	
Исследование кинетики процесса выщелачивания				10
Основы теории процессов ионного обмена и экстракции.				
Общие сведения о сорбентах и ионообменных материалах.	8			
Определение основных параметров ионообменной колонки и построение выходных кривых			4	
Изучение процесса ионообменной хроматографии на примере разделения меди и цинка на катионите КУ-2-8			4	
Ионообменная хроматография				10
Осаждение металлов из растворов.				
Восстановление металлов водородом.	6			
Исследование процесса гидролитического осаждения металлов из растворов			4	

Исследование осаждения сульфидов цветных металлов из водных растворов			4	
Осаждение металлов из растворов				20
Закономерности осаждения труднорастворимых соединений и кристаллизации солей.				
Закономерности осаждения труднорастворимых соединений и кристаллизации солей.	4			
Итоговый контроль				
ИТОГО по дисциплине	32		32	80

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Выполнение и подготовка к защите КР	30
Выполнение и подготовка к защите контр.раб.	10
Выполнение отчета и подготовка к защите лаб.раб.	40

## 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1 Основная литература

1. Кононова, О.Н. Сорбционное извлечение золота из растворов и пульп. Учеб. пособие. / Кононова О.Н., Холмогоров А.Г., Кононов Ю.С. – Красноярск: СФУ– 2011. – 200 с. – ISBN 978-5-7638-2294-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM : [сайт]. — URL:<https://znanium.com/catalog/document?id=107634> (дата обращения: 12.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Сайкова, С.В. Реакционно-ионообменные процессы извлечения цветных металлов и синтеза дисперсных материалов / Сайкова С.В., Пашков Г.Л., Пантелеева М.В. - Красноярск: СФУ– 2018. – 198 с. – ISBN 978-5-7638-3856-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM : [сайт]. — URL:<https://znanium.com/catalog/document?id=380437> (дата обращения: 12.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Лебедь А.Б. Получение солей сульфата меди и никеля серноокислого на ОАО «Уралэлектромедь» / Лебедь А.Б., Акулич Л.Ф., Набойченко С.С. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2015.— 136 с.
4. Лебедь А.Б. Производство селена и теллура на ОАО «Уралэлектромедь» / Лебедь А.Б., Набойченко С.С., Шунин В.А. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2015.—112 с.

#### 8.2 Дополнительная литература

1. Марченко, Н.В. МЕталлургическое сырье. Учеб. пособие. / Н.В. Марченко, О.Н. Ковтун – Красноярск: СФУ– 2017. – 222 с. – ISBN 978-5-7638-3658-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM : [сайт]. — URL:<https://znanium.com/catalog/document?id=342088> (дата обращения: 12.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. Теория гидрометаллургических процессов. М.: Металлургия, 1983, 1993, -458 с..
3. Набойченко С.С, Лобанов В.Г. Практикум по гидрометаллургии. М.: Металлургия, 1992,-334 с.
4. Набойченко С.С, Юнь А.А. Расчеты гидрометаллургических процессов. М.:МИСиС, 1995,-427 с.

#### 8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Ступин А.В., Козлита А.Н., Щетинин В.С. Определение размеров отстойника при консолидированном осаждении суспензий. Метод. Указания к лабораторным работам. –Комсомольск-на-Амуре. КНАГТУ, 2004. 16с.
2. Ступин А.В., Козлита А.Н., Щетинин В.С. Определение скорости осаждения. . Метод. Указания к лабораторным работам. –Комсомольск-на- Амуре. КНАГТУ, 2004. 14с.
3. Щетинин В.С. Ступин А.В., Козлита А.Н., Устинов В.А.. Фильтрование при постоянном давлении . . Метод. Указания к лабораторным работам. –Комсомольск-на-Амуре. КНАГТУ, 2005. 12с. ( сдано в РИО

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. - Загл. с экрана.
2. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный. - Загл. с экрана

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Химический портал <http://www.ximuk.ru>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrary.ru>, свободный.
3. Естественнонаучный образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://en.edu.ru>, свободный.

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### 9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

## 9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

## 9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

## 9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиболее важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

### 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
417/1	Мультимедийная аудитория	Современные средства воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, включающей тач-скрин доску, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI

425/1	Лаборатория горнообогаительных процессов	Камерная высокотемпературная электропечь Loip Сушильный шкаф Loip
115/2	Лаборатория химического анализа	Рентгенофлуоресцентный анализатор Rigaku Nex CG Атомно-абсорбционный спектрофотометр Shimadzu AAC-6800

При реализации дисциплины «Теория гидрометаллургических процессов» на базе профильной организации используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартное или специализированное оборудование, обеспечивающее выполнение заданий	Назначение оборудования
Камерная высокотемпературная электропечь СНОЛ 6,7/13-И1	Термообработка материалов
Металлографический микроскоп с цифровой камерой Микро-200	Изучение структур материалов
Рентгенофлуоресцентный анализатор Rigaku Nex CG	количественное и качественное определение главных и следовых элементов в широком разнообразии типов проб
Атомно-абсорбционный спектрофотометр Shimadzu AAC-6800	Определение количественного состава элементов в пробе

## 10.2 Технические и электронные средства обучения

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

- 1 Выщелачивание
- 2 Основы теории процессов ионного обмена и экстракции

## 11 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

### «Теория гидрометаллургических процессов»

Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) образовательной программы	Технологии переработки полезных ископаемых и извлечения драгоценных металлов
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовая работа, Зачет с оценкой	Кафедра «Химия и химические технологии»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
<p>ПК-1 Способен принимать организационные и технические меры по выполнению производственных заданий по производству готовой продукции гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов</p>	<p>ПК-1.1 Знает конкретные технические решения типовых технологических гидро-металлургических процессов, технические средства и технологии, экологические последствия их применения            ПК-1.2 Умеет выбирать технические средства и технологии гидрометаллургии с учетом экологических последствий их применения            ПК-1.3 Владеет навыками контроля работы технологических объектов и структурных подразделений гидрометаллургических предприятий</p>	<p>Знание основных закономерностей процессов выщелачивания, способы экспериментального определения природы лимитирующей стадии и интенсификации процесса; методы сорбции и экстракции, основы теории и технологии этих процессов; закономерности кристаллизации солей; методы осаждения малорастворимых соединений; методы осаждения металлов из растворов (цементация, восстановление водородом).</p> <p>Умение рассчитывать и анализировать вероятность протекания процесса и влияние основных параметров на константу равновесия реакции; планировать и проводить экспериментальные исследования по кинетике процесса, используя математические методы планирования эксперимента и обработки полученных результатов; обсуждать полученные экспериментальные данные, обосновывать их достоверность, анализировать причины отклонения от теоретических закономерностей; предлагать механизм протекания процесса и способы его интенсификации.</p> <p>Владение основами химической термодинамики и кинетики гидрометаллургических процессов, а также владеть навыками научного анализа конкретного гидрометаллургического процесса, навыками подготовки рекомендаций по его интенсификации и улучшению качества получаемой продукции.</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Исследование кинетики процесса выщелачивания	ПК-1 Способен принимать организационные и технические меры по выполнению производственных заданий по производству готовой продукции гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов	Лабораторная работа	Уровень знаний, умений и навыков в рамках формируемых компетенций
Расчет процессов выщелачивания	ПК-1 Способен принимать организационные и технические меры по выполнению производственных заданий по производству готовой продукции гидрометаллургического производства тяжелых цветных металлов	Контрольная работа	Уровень знаний, умений и навыков в рамках формируемых компетенций

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»			
Лабораторный журнал	16 недель	8 работ по 10 баллов	Оценивается полнота раскрытия темы, владение материалом 10 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения, навыки в рамках освоенного учебного материала. 8 балла - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения, навыки в рамках освоенного учебного материала. 6 балла - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения, навыки в рамках освоенного учебного материала. 4 балла - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умения, навыки. 0 баллов – задание не выполнено.

Контрольная работа	15 неделя	2 работы по 10 баллов	Оценивается полнота раскрытия темы, владение материалом 10 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения, навыки в рамках освоенного учебного материала. 8 балла - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения, навыки в рамках освоенного учебного материала. 6 балла - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения, навыки в рамках освоенного учебного материала. 4 балла - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умения, навыки. 0 баллов – задание не выполнено.
<b>ИТОГО:</b>		100 баллов	

**Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:**

0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);

65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);

75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);

85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

5 семестр

**Промежуточная аттестация в форме «КР»**

По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания

- оценка «отлично» выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

#### **Курсовое проектирование**

Курсовой проект является заключительным этапом изучения дисциплины. Его целью является закрепление и углубление студентами полученных в процессе обучения профессиональных и общепрофессиональных компетенций, путем решения конкретных производственно-технологических задач по заданной теме.

В курсовом проекте студент должен рассчитать материальный баланс, определить основное оборудование, входящее в технологический процесс. На курсовой проект выносятся следующие темы:

- *выщелачивание;*
- *экстракционное извлечение.*

Курсовой проект должен соответствовать всем требованиям ЕСКД и состоять из расчетно-пояснительной записки и графической части. Расчетно-пояснительная записка к проекту должна содержать:

- введение, назначение и область применения проектируемой установки;
- описание принципиальной технологической схемы установки;
- технологические расчеты и подбор оборудования;
- выводы;
- список используемой литературы.

Графическая часть проекта включает:

- технологическую схему установки;
- сборочный чертеж основного технологического аппарата;
- узлы основного аппарата;

Курсовой проект защищается в комиссии по приему курсовых проектов.

#### **Примеры типовых заданий на курсовое проектирование**

Производство цинка из сфалеритового концентрат мощностью 100 000 т/год

Производство золота из руды цианирование мощностью 50 000 т/год

Производство никеля и кобальта из сульфидного концентрата Ni-Co-Cu мощностью 30 000 т/г

Производство вольфрама экстракционным методом мощностью 20 000 т/год

#### **Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ**

Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ приводятся в соответствующих методических указаниях. Ниже приводятся типовые вопросы для защиты некоторых лабораторных работ.

1. Факторы влияющие на скорость гидрометаллургических процессов
2. Влияние температуры на скорость гидрометаллургических процессов
3. Классификация способов выщелачивания
4. Энергия гидратации ионов
5. Общее уравнение потока выщелачивания
6. Методики исследования кинетики выщелачивания
7. Интенсификация процессов выщелачивания
8. Анионообменная экстракция
9. Диаграммы распределения и разделения

**Пример заданий для контрольной работы**

1. Руду с содержанием золота  $b_0$  8 г/т обогащают методом отсадки. Масса перерабатываемой руды  $Q_0$  – 120 т/сут. Продуктами обогащения являются гравитационный концентрат с содержанием золота  $b_1$  320 г/т и хвосты, одержащие  $b_2$  3,25 г/т золота. Требуется определить выходы и массы концентрата  $g_1$ ,  $Q_1$  и хвостов  $g_2$ ,  $Q_2$  гравитации и извлечение золота в концентрат  $e$ .
2. Оценить термодинамическую вероятность и полнотурастворения золота в цианистом растворе
3. Провести металлургический расчет цианирования 100 т/сут кварцево-сульфидной золотосодержащей руды состава, %:  $\text{SiO}_2$  – 78;  $\text{FeS}_2$  – 0,026;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 3,4;  $\text{Cu}_2\text{S}$  – 0,002;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 6,4;  $\text{CaO}$  – 5,8;  $\text{MgO}$  – 4,5;  $\text{Au}$  – 5 г/т.