



Негосударственное частное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»



15.07.2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Оборудование гидрметаллургических заводов

Закреплена за кафедрой	<b>металлургии</b>	
Учебный план	Направление 22.03.02 Metallургия Профиль подготовки "Metallургия цветных металлов"	
Квалификация	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах: зачеты 6
в том числе:		
аудиторные занятия	48	
самостоятельная работа	42	
часов на контроль	18	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	13 1/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	24	24	24	24
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	42	42	42	42
Часы на контроль	18	18	18	18
Итого	108	108	108	108

Разработчик программы:

*ст. преподаватель, Холод Сергей Иванович; д-р техн. наук, доц. кафедры, Мاستюгин Сергей Аркадьевич*

---

Рабочая программа дисциплины

**Оборудование гидromеталлургических заводов**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Metallургия Профиль подготовки "Metallургия цветных металлов"  
утвержденного учёным советом вуза от 23.09.2019 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**металлургии**

Протокол методического совета университета от 15.04.2021 г. № 3

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

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
-изучение основного и вспомогательного оборудования гидromеталлургических заводов, применяемого в технологических схемах получения цветных металлов, обеспечивающих комплексное использование, безотходное производство с минимальными энергетическими затратами и загрязнением окружающей среды;								
-приобретению навыков теоретического обоснования, расчета и выбора оборудования, а также технико-экономическому анализу показателей его использования.								
1.1 Задачи								
Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: -способность обосновывать выбор оборудования для осуществления технологических процессов.								
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ								
Цикл (раздел) ОП:		Б1.В						
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>							
2.1.1	Химия							
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>							
2.2.1	Государственная итоговая аттестация							
2.2.2	Преддипломная практика							
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы							
2.2.4	Процедура защиты выпускной квалификационной работы							
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
<b>ПК-16: способность обосновывать выбор оборудования для осуществления технологических процессов</b>								
<b>Знать:</b>								
Принципы работы, конструкцию, характеристики основных типов гидromеталлургического оборудования и направления их развития и совершенствования; основы технологического расчёта.								
<b>Уметь:</b>								
Выбирать в соответствии с особенностями технологического процесса необходимое для его осуществления оборудование; определять основные размеры и характеристики основного и вспомогательного оборудования.								
<b>Владеть:</b>								
Навыками выполнять технологические расчеты по выбору основного оборудования с использованием существующих ИТ-технологий; проводить анализ технико-экономических показателей выбранного оборудования, принимать технологически обоснованные решения.								
<b>В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен</b>								
<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>							
3.1.1	1. Принципы работы, конструкцию, характеристики основных типов гидromеталлургического оборудования и направления их развития и совершенствования; основы технологического расчёта.							
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>							
3.2.1	1. Выбирать в соответствии с особенностями технологического процесса необходимое для его осуществления оборудование; определять основные размеры и характеристики основного и вспомогательного оборудования.							
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>							
3.3.1	1. Навыками выполнять технологические расчеты по выбору основного оборудования с использованием существующих ИТ-технологий; проводить анализ технико-экономических показателей выбранного оборудования, принимать технологически обоснованные решения.							
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Оборудование для выщелачивания							

1.1	<p>Технологические схемы с использованием гидрометаллургических процессов. Выщелачивание, очистка растворов, осаждение, фильтрация, электролиз, сорбция, экстракция. Реакторы. Агитаторы, пачуки, перколяторы</p> <p>Механические и пневматические перемешивающие устройства. Типы мешалок. Определение механической мощности мешалки. Расчёт давления и расхода перемешивающего газа. Классификация автоклавов. Особенности конструкции горизонтальных, вертикальных и колонных автоклавов. Расчёт автоклавов. Серийно выпускаемые типы автоклавов. Основные узлы и вспомогательное оборудование. Самоиспарители. Оборудование для кучного и подземного выщелачивания. Оборудование для подогрева пульпы. Баковая аппаратура. Трубопроводы. Теплообменники. Насосы. Приборы КИП и А.</p> <p>/Лек/</p>	6	4	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
1.2	<p>Технологические схемы с использованием гидрометаллургических процессов. Выщелачивание, очистка растворов, осаждение, фильтрация, электролиз, сорбция, экстракция. Реакторы. Агитаторы, пачуки, перколяторы</p> <p>Механические и пневматические перемешивающие устройства. Типы мешалок. Определение механической мощности мешалки. Расчёт давления и расхода перемешивающего газа. Классификация автоклавов. Особенности конструкции горизонтальных, вертикальных и колонных автоклавов. Расчёт автоклавов. Серийно выпускаемые типы автоклавов. Основные узлы и вспомогательное оборудование. Самоиспарители. Оборудование для кучного и подземного выщелачивания. Оборудование для подогрева пульпы. Баковая аппаратура. Трубопроводы. Теплообменники. Насосы. Приборы КИП и А.</p> <p>/Лаб/</p>	6	12	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

1.3	Технологические схемы с использованием гидрометаллургических процессов. Выщелачивание, очистка растворов, осаждение, фильтрация, электролиз, сорбция, экстракция. Реакторы. Агитаторы, пачуки, перколяторы Механические и пневматические перемешивающие устройства. Типы мешалок. Определение механической мощности мешалки. Расчёт давления и расхода перемешивающего газа. Классификация автоклавов. Особенности конструкции горизонтальных, вертикальных и колонных автоклавов. Расчёт автоклавов. Серийно выпускаемые типы автоклавов. Основные узлы и вспомогательное оборудование. Самоиспарители. Оборудование для кучного и подземного выщелачивания. Оборудование для подогрева пульпы. Баковая аппаратура. Трубопроводы. Теплообменники. Насосы. Приборы КИП и А. /Ср/	6	10	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 2. Оборудование для разделения неоднородных систем</b>							
2.1	Теоретические основы сгущения. Конструкция отстойников, сгустителей. Расчёт поверхности сгустителя. Классификация фильтровального оборудования. Фильтрование под вакуумом и под давлением, при постоянном перепаде давления и при постоянной производительности. Фильтр-прессы и вакуумные фильтры. Фильтрующие и отстойные центрифуги. Конструкция и расчёт центрифуг.  /Лек/	6	4	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.2	Теоретические основы сгущения. Конструкция отстойников, сгустителей. Расчёт поверхности сгустителя. Классификация фильтровального оборудования. Фильтрование под вакуумом и под давлением, при постоянном перепаде давления и при постоянной производительности. Фильтр-прессы и вакуумные фильтры. Фильтрующие и отстойные центрифуги. Конструкция и расчёт центрифуг.  /Ср/	6	6	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 3. Оборудование для экстракции</b>							

3.1	Принципы работы экстракторов. Экстракторы ящичного и колонного типов. Классификация экстрагентов. Характеристики экстракторов и их расчёт. Схема выбора экстракционной аппаратуры. /Лек/	6	4	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
3.2	Принципы работы экстракторов. Экстракторы ящичного и колонного типов. Классификация экстрагентов. Характеристики экстракторов и их расчёт. Схема выбора экстракционной аппаратуры. /Ср/	6	6	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 4. Оборудование для сорбционных процессов</b>							
4.1	Типы сорбционных колонн. Сорбция в колоннах с неподвижным слоем сорбента и в колоннах динамического типа. Запорная и насосная аппаратура, трубопроводы. Расчет сорбционной колонны. /Лек/	6	4	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.2	Типы сорбционных колонн. Сорбция в колоннах с неподвижным слоем сорбента и в колоннах динамического типа. Запорная и насосная аппаратура, трубопроводы. Расчет сорбционной колонны. /Лаб/	6	12	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.3	Типы сорбционных колонн. Сорбция в колоннах с неподвижным слоем сорбента и в колоннах динамического типа. Запорная и насосная аппаратура, трубопроводы. Расчет сорбционной колонны. /Ср/	6	10	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 5. Гидроэлектрометаллургическое оборудование</b>							
5.1	Электролизеры для электрорафинирования и электроэкстракции. Организация циркуляции электролита. Ошиновка. Трубопроводы. Баковая аппаратура. Подготовка анодов и катодов. Промывка анодов и катодов. Сдирка катодов. /Лек/	6	4	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
5.2	Электролизеры для электрорафинирования и электроэкстракции. Организация циркуляции электролита. Ошиновка. Трубопроводы. Баковая аппаратура. Подготовка анодов и катодов. Промывка анодов и катодов. Сдирка катодов. /Ср/	6	6	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 6. Вспомогательное оборудование</b>							

6.1	Классификация и основные параметры насосов. Динамические (центробежные осевые, струйные), воздушные подъемники. Объемные (поршневые, диафрагменные). Производительность. Напор. Полезная мощность насоса. Принцип работы, основные характеристики установок гидротранспорта. Определение параметров транспортирования. Конструкции и характеристики гидроциклонов, конусных классификаторов. Расчёт оборудования для гидравлической классификации /Лек/	6	4	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
6.2	Классификация и основные параметры насосов. Динамические (центробежные осевые, струйные), воздушные подъемники. Объемные (поршневые, диафрагменные). Производительность. Напор. Полезная мощность насоса. Принцип работы, основные характеристики установок гидротранспорта. Определение параметров транспортирования. Конструкции и характеристики гидроциклонов, конусных классификаторов. Расчёт оборудования для гидравлической классификации /Ср/	6	4	ПК-16	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

#### 4.1 Образовательные технологии

Лекция-диалог

### 5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 5.1. Комплект оценочных средств

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

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.1	Баймаков Ю. В.	Электролиз в металлургии	Ленинград, Москва: Металлургиздат НКЧМ СССР, 1939	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=132737">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=132737</a>
Л1.2	Баймаков Ю. В.	Электролиз в металлургии	Москва: Металлургиздат, 1944	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=132738">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=132738</a>

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.1	Бигеев В. А., Вдовин К. Н., Колокольцев В. М., Салганик В. М.	Основы металлургического производства	Санкт-Петербург: Лань, 2017	<a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a>
Л2.2	Добронизский А. В.	Руководство к металлургии	Санкт-Петербург: Типография Маркова и К°, 1865	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=220648">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=220648</a>

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.3	Летовальцев А. О., Решетникова Е. А.	Химическая технология: металлургия, коррозия металлов и способы защиты от нее, сырьевое и энергетическое обеспечение химических производств, химическое материаловедение: учебное пособие	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2019	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=577873">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=577873</a>

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

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

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Единое окно доступа к информационным ресурсам
6.3.2.2	Консультант-плюс

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

Ауд. №	Назначение	Оснащение
225	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивный проектор с магнитно-маркерной доской. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.
Л406	Лаборатория гидрометаллургии - проведение лабораторных работ по Химии, химии металлов, для всех направлений подготовки в ТУ УГМК в соответствии с ФГОС ВО. А также по профильным дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров и магистров кафедры Металлургия.	Насосы вакуумные, термостаты, шкаф сушильный, лабораторные весы электронные и механические, стол для лабораторных весов, анализатор дифракционный, шкафы лабораторные, мельница бисерная лабораторная, мешалки лабораторные, столы -мойки лабораторные, насосы перистальтические, экстрактор, установка электролизная лабораторная, шейкер лабораторный, мельница аналитическая, анализатор влаги, реактор из стекла борсиликат.1 куб.дм, реактор из стекла борсиликат. 3 куб.дм, баня лабораторная, устройство сушки лабораторной посуды, мультиметр, аспиратор сильфонный, прибор рН-метр, компрессор, прибор рН-метр, иономер, прибор электролиза растворов солей, штативы для пробирок, калориметр с нагревателем, термометры, плитка лабораторная, регулятор напряжения, блок питания, холодильник лабораторный, ареометры, набор сит, аквадистиллятор, мельница зерновая лабораторная.

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

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

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

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

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины оборудование гидрометаллургических заводов и представлены в УМК дисциплины.

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



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

Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины оборудование гидрометаллургических заводов и представлены в УМК дисциплины.

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

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

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

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

Для студентов с ограниченным слухом:

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

Для студентов с ограниченным зрением:

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