

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 13.09.2023 11:40:20

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Гидрометаллургия

Закреплена за подразделением Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Технология минерального сырья

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

84

часов на контроль

45

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	84	84	84	84
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

ктн, Зав. кафедрой ОПИ, Юшина Т.И.

Рабочая программа

Гидрометаллургия

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Metallurgy, 22.04.02-ММТ-23-1.plx Технология минерального сырья, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Metallurgy, Технология минерального сырья, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

Протокол от 30.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения Юшина Т.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью дисциплины является формирование у студентов профессиональных теоретических и прикладных знаний и умений в области комплексной переработки концентратов, полученных при обогащении рудных полезных ископаемых для решения научно- практических задач современного горно-металлургического производства в процессе:
1.2	- освоения студентами современного уровня инженерных знаний в области теории и практики подготовки руд и концентратов к металлургическому переделу;
1.3	- изучения студентами основных физико-химических принципов и закономерностей получения металлов гидрометаллургическими методами;
1.4	- ознакомление студентов с оборудованием и технологическими схемами получения металлов гидрометаллургическими методами.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Информационные технологии	
2.1.2	Методология научных исследований	
2.1.3	Научно-исследовательская практика	
2.1.4	Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.1.5	Стандартизация и сертификация в технологии минерального сырья	
2.1.6	Физические и физико-химические основы флотации	
2.1.7	Физические основы магнитных и электрических методов обогащения	
2.1.8	Иностранный язык	
2.1.9	Контроль технологических процессов обогащения	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Научно-исследовательская практика	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен разрабатывать и внедрять системы управления качеством продукции, осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях переработки минерального сырья с целью обеспечения требуемых технологических показателей и качества товарных продуктов.

Знать:

ПК-2-31 - оборудование и технологические схемы получения металлов гидрометаллургическими методами.

ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях

Знать:

ОПК-2-31 - основные физико-химических принципы получения металлов гидрометаллургическими методами.

ОПК-3: Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями

Знать:

ОПК-3-31 - способы определения, выбора и применения оптимальных вариантов технологии гидрометаллургической переработки концентратов и руд.

УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

Знать:

УК-4-31 - теоретические основы гидрометаллургических процессов, используемых для комплексной переработки руд и концентратов тяжелых цветных металлов.

УК-4-32 - основные физико-химических принципы получения металлов гидрометаллургическими методами.

ПК-2: Способен разрабатывать и внедрять системы управления качеством продукции, осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях переработки минерального сырья с целью обеспечения требуемых технологических показателей и качества товарных продуктов.
Уметь:
ПК-2-У1 - выполнять технологические расчеты, выбор основного оборудования с использованием компьютерной техники и принципов физического моделирования.
ОПК-3: Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями
Уметь:
ОПК-3-У1 - анализировать технико-экономические показатели процессов, принимать технологически обоснованные решения.
ПК-2: Способен разрабатывать и внедрять системы управления качеством продукции, осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях переработки минерального сырья с целью обеспечения требуемых технологических показателей и качества товарных продуктов.
Уметь:
ПК-2-У2 - решать вопросы снижения энергетических затрат, охраны окружающей среды.
УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
Уметь:
УК-4-У1 - описывать гидрометаллургические процессы прописями химических реакций и проводить их физико-химический анализ.
УК-4-У2 - представлять задачи, которые стоят перед металлургией страны; понимать роль металлурга в их решении.
ПК-2: Способен разрабатывать и внедрять системы управления качеством продукции, осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях переработки минерального сырья с целью обеспечения требуемых технологических показателей и качества товарных продуктов.
Уметь:
ПК-2-У3 - рассчитывать выход продуктов химических реакций, производить расчет материальных балансов.
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-2-У1 - самостоятельно изучать, анализировать и обобщать техническую литературу по металлургии тяжелых цветных металлов.
ПК-2: Способен разрабатывать и внедрять системы управления качеством продукции, осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях переработки минерального сырья с целью обеспечения требуемых технологических показателей и качества товарных продуктов.
Владеть:
ПК-2-В1 - навыками использования физико-химических характеристик для оценки эффективности производства цветных и редких металлов.
УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
Владеть:
УК-4-В1 - навыками работы со справочной, периодической и другой научно-технической литературой для решения практических задач гидрометаллургии.
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-2-В1 - навыками разработки основных параметров и режимов процесса, выбирать и рассчитывать основное оборудование для технологий гидрометаллургической переработки.
ОПК-3: Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями
Владеть:

ОПК-3-В1 - владеть принципами обоснования предлагаемой технологической схемы гидрометаллургической переработки различных видов сырья цветных и редких металлов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Введение. Кинетика и механизм процесса выщелачивания.							
1.1	Введение. Теория гидрометаллургических процессов. Кинетика и механизм процесса выщелачивания. Интенсификация процесса выщелачивания. Химизм и кинетика процессов при выщелачивании, влияние температуры, перемешивания, парциального давления кислорода и других факторов на скорость выщелачивания. Определение кинетических параметров реакций. - кинетику и механизм выщелачивания металлов, оксидов и сульфидов. /Лек/	3	5	УК-4-31 УК-4-32 УК-4-У1 УК-4-У2 УК-4-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-У3 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3			
1.2	1. - Кинетику и механизм выщелачивания металлов, оксидов и сульфидов. 2. Термодинамика, механизм и кинетика процессов выщелачивания, разделения, выделения и очистки соединений металлов. 3. - Расчеты по уравнениям химических реакций; - стехиометрические расчеты с использованием газовых законов; - расчеты тепловых эффектов, изменения энергии Гиббса и величин констант равновесия реакций; рН гидратообразования; ЭДС окислительно-восстановительной	3	18	УК-4-31 УК-4-32 УК-4-У1 УК-4-У2 УК-4-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1
1.3	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к выполнению тестовых заданий, контрольных работ и реферата по дисциплине. /Ср/	3	36	УК-4-31 УК-4-32 УК-4-У1 УК-4-У2 УК-4-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У3 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3		КМ4,КМ1	Р1

	Раздел 2. Способы выщелачивания и применяемая аппаратура.							
2.1	Способы выщелачивания и применяемая аппаратура. Факторы, влияющие на растворимость солей. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов. Аппаратура гидрометаллургических процессов. Технологические схемы переработки никелевого, медного, цинкового сырья методами выщелачивания. - Основные научно-технические проблемы и перспективы развития гидрометаллургических процессов, аппараты для их осуществления. /Лек/	3	7	УК-4-31 УК-4-32 УК-4-У1 УК-4-У2 УК-4-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3		КМ3	
2.2	1. - Изучение процессов выщелачивания металлов, оксидов и сульфидов. 2. Методы исследования кинетики гидрометаллургических процессов. 3. Составление материальных балансов гидрометаллургииических процессов. /Пр/	3	8	УК-4-31 УК-4-32 УК-4-У1 УК-4-У2 УК-4-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1
2.3	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к выполнению тестовых заданий, контрольных работ и реферата по дисциплине. /Ср/	3	24	УК-4-31 УК-4-32 УК-4-У1 УК-4-У2 УК-4-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3		КМ4,КМ1,КМ3	Р1
	Раздел 3. Способы и технологии выделения металлов из растворов.							

3.1	Способы и технологии выделения металлов из растворов. Выделение малорастворимых соединений. Осаждение металлов и оксидов из растворов восстановлением водородом и другими газами. Выделение металлов цементацией. - теорию и практику процессов сгущения, фильтрования, ионного обмена, экстракции, выпаривания, кристаллизации и осаждения. - Процессы выделения малорастворимых соединений, выделение металлов электролизом,	3	5	УК-4-31 УК-4-32 УК-4-У1 УК-4-У2 УК-4-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3			
3.2	1. - Количественные расчеты процесса кристаллизации по диаграммам растворимости состав- температура. 2. - Принципы работы основного и вспомогательного технологического оборудования. 3. - Изучение процессов выделения металлов и их соединений из растворов. /Пр/	3	8	УК-4-31 УК-4-32 УК-4-У1 УК-4-У2 УК-4-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3		КМ2	Р1
3.3	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к выполнению тестовых заданий, контрольных работ и реферата по дисциплине. /Ср/	3	24	УК-4-31 УК-4-32 УК-4-У1 УК-4-У2 УК-4-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3		КМ4,КМ2	Р1

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Контрольная работа 1	УК-4-31;УК-4-32;ОПК-2-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности комбинированных процессов и технологий переработки окисленных и смешанных медных руд. 2. Комбинированные методы переработки труднообогатимых медных и никелевых руд с применением металлургических процессов. 3. Переработка медно-никелевых продуктов. 4. Комбинированные процессы при селекции и доводке концентратов. 5. Методы выщелачивания. 6. Методы оценки экономики процессов бактериального-химического выщелачивания. 7. Чановое бактериальное выщелачивания сульфидных концентратов. 8. Подготовка продуктов бактериального выщелачивания к проведению химического анализа. Расчет баланса металлов. 9. Подземное и кучное выщелачивание. Выщелачивание в отвалах. 10. Выщелачивание не разрабатывавшихся рудных тел в естественном залегании. 11. Выщелачивание в отвалах. 12. Очистка промышленных сточных вод от металлов. 13. Химизм, термодинамика и кинетика процессов выщелачивания. 14. Теоретические основы выщелачивания окисленных медных минералов. 15. Переработка труднообогатимых окисленных и смешанных медных руд методами гидрометаллургии. 16. Расчеты технологических схем выщелачивания, расчет кинетики выщелачивания и расчет основного и вспомогательного оборудования. 17. Подготовка сырья к гидрометаллургической переработке, характеристика промышленных растворителей. 18. Методы гидрометаллургии и выщелачивания для переработки труднообогатимого сырья.
КМ2	Контрольная работа 2	ОПК-3-31;УК-4-У1;УК-4-32;УК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цементация. 2. Флотация цементной меди. 3. Извлечение окисленной меди из руд по комбинированной схеме выщелачивание – цементация – магнитная сепарация. 4. Сорбционный процесс. 5. Теоретические основы сорбционного процесса. 6. Практика сорбционного процесса. 7. Состояние и перспективы использования экстракционных процессов. 8. Основы теории процессов ионного обмена и экстракции. 9. Закономерности осаждения труднорастворимых соединений и кристаллизации солей. 10. Процесс гидролитического осаждения металлов из растворов. 11. Основы теории процессов ионного обмена и экстракции.

КМЗ	Контрольная работа 3	ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ПК-2-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оборудование для реализации гидрометаллургических технологий. 2. Обоснование гидрометаллургических способов и технологий переработки труднообогатимых, некондиционных забалансовых руд и техногенного сырья. 3. Технология переработки с использованием экстракции; 4. Электролитическое рафинирование меди, составы электролита, конструкция ванны, показатели процесса. 5. Промышленные способы извлечения металлов из растворов. 6. Электролиз цинка. Конструкция и работа электролитных ванн, циркуляция электролита, тепловой режим работы. 7. Электролитическое рафинирование никеля. Конструкция работа ванны, катодный и анодный процессы, составы электролита, очистка анолита от примесей, показатели процесса. 8. Технологические схемы переработки никелевого сырья методами выщелачивания: сернокислотное выщелачивание, аммиачное выщелачивание, способы выделения металлов из растворов. 9. Гидрометаллургия цинка. Очистка раствора сульфата цинка от примесей. 10. Поведение компонентов цинкового огарка при выщелачивании. Факторы, влияющие на полноту и скорость растворения цинка. Используемые технологические схемы выщелачивания. Теория и практика гидролитической очистки. Использование цементации для очистки раствора. 11. Воздействие металлургических предприятий на окружающую среду: выбросы в атмосферу и водный бассейн, складирование отходов. 12. Технологические схемы переработки никелевого сырья методом аммиачного выщелачивания. Способы выделения металлов из растворов. 13. Технология ионной флотации. 14. Электролиз цинка. Аппаратура для выщелачивания, сгущения и фильтрования. 15. Технологическая схема переработки окисленных медных руд, сочетающая два процесса: метод проф. Мостовича и сорбционный процесс. 16. Опыт и перспективы промышленного использования ионной флотации.
-----	----------------------	------------------------------------	---

КМ4	Экзамен	<p>УК-4-31;УК-4-32;УК-4-У1;УК-4-У2;УК-4-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности комбинированных процессов и технологий переработки окисленных и смешанных медных руд. 2. Теоретические основы выщелачивания окисленных медных минералов. 3. Переработка труднообогатимых окисленных и смешанных медных руд методами гидрометаллургии. 4. Комбинированные методы гидрометаллургии и обогащения окисленных и смешанных руд. 5. Выщелачивание. 6. Цементация. 7. Флотация цементной меди. 8. Извлечение окисленной меди из руд по комбинированной схеме выщелачивание – цементация – магнитная сепарация. 9. Сорбционный процесс . 10. Теоретические основы сорбционного процесса. 11. Практика сорбционного процесса. 12. Технологическая схема переработки окисленных медных руд, сочетающая два процесса: метод проф. Мостовича и сорбционный процесс. 13. Опыт и перспективы промышленного использования ионной флотации. 14. Теоретические основы ионной флотации. 15. Технология ионной флотации. 16. Состояние и перспективы использования экстракционных процессов. 17. Технология переработки с использованием экстракции. 18. Комбинированные методы переработки труднообогатимых медных и никелевых руд с применением металлургических процессов. 19. Переработка медно-никелевых продуктов. 20. Комбинированные процессы при селекции и доводке концентратов. 21. Методы выщелачивания. 22. Методы оценки экономики процессов бактериального-химического выщелачивания. 23. Чановое бактериальное выщелачивания сульфидных концентратов. 24. Подготовка продуктов бактериального выщелачивания к проведению химического анализа. Расчет баланса металлов. 25. Подземное и кучное выщелачивание. 26. Выщелачивание в отвалах. 27. Выщелачивание не разрабатывавшихся рудных тел в естественном залегании. 28. Выщелачивание в отвалах. 29. Кучное выщелачивание. 30. Очистка промышленных сточных вод от металлов. 31. Химизм, термодинамика и кинетика процессов выщелачивания. 32. Основы теории процессов ионного обмена и экстракции. 33. Закономерности осаждения труднорастворимых соединений и кристаллизации солей. 34. Процесс гидролитического осаждения металлов из растворов. 35. Осаждение сульфидов цветных металлов из водных растворов. 36. Основы теории процессов ионного обмена и экстракции. 37. Расчеты технологических схем выщелачивания, расчет кинетики выщелачивания и расчет основного и вспомогательного оборудования. 38. Подготовка сырья к гидрометаллургической переработке, характеристика промышленных растворителей. 39. Методы гидрометаллургии и выщелачивания для переработки труднообогатимого сырья. 40. Электролитическое рафинирование меди, составы электролита, конструкция ванны, показатели процесса. 41. Промышленные способы извлечения металлов из растворов. 42. Методы контроля процессов химического окисления и
-----	---------	--	--

			<p>выщелачивания.</p> <p>43. Электролиз цинка. Конструкция и работа электролитных ванн, циркуляция электролита, тепловой режим работы.</p> <p>44. Теоретические основы гидрометаллургических процессов.</p> <p>45. Оборудование для реализации гидрометаллургических технологий.</p> <p>46. Обоснование гидрометаллургических способов и технологий переработки труднообогатимых, некондиционных забалансовых руд и техногенного сырья.</p> <p>47. Комбинированные процессы при селекции и доводке концентратов.</p> <p>48. Химизм и кинетика процессов при выщелачивании, влияние температуры, перемешивания, парциального давления кислорода и других факторов на скорость выщелачивания.</p> <p>49. Электролитическое рафинирование никеля. Конструкция работы ванны, катодный и анодный процессы, составы электролита, очистка анолита от примесей, показатели процесса.</p> <p>50. Технологические схемы переработки никелевого сырья методами выщелачивания: сернокислотное выщелачивание, аммиачное выщелачивание, способы выделения металлов из растворов.</p> <p>51. Гидрометаллургия цинка. Очистка раствора сульфата цинка от примесей.</p> <p>52. Поведение компонентов цинкового огарка при выщелачивании. Факторы, влияющие на полноту и скорость растворения цинка. Используемые технологические схемы выщелачивания. Теория и практика гидролитической очистки. Использование цементации для очистки раствора.</p> <p>53. Теория и практика гидролитической очистки. Использование цементации для очистки растворов выщелачивания цинкового огарка.</p> <p>54. Электролиз растворов сульфата цинка. Процессы, протекающие на электродах. Перенапряжение водорода. Выход по току, напряжение на ванне, удельный расход электроэнергии. Факторы, влияющие на показатели процесса электролиза.</p> <p>55. Воздействие металлургических предприятий на окружающую среду: выбросы в атмосферу и водный бассейн, складирование отходов.</p> <p>56. Технологические схемы переработки никелевого сырья методом аммиачного выщелачивания. Способы выделения металлов из растворов.</p> <p>57. Электролиз цинка. Аппаратура для выщелачивания, сгущения и фильтрации.</p>
--	--	--	--

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Реферат	ПК-2-31; ПК-2-У1; ОПК-3-31	<p>1. Оборудование для чанового выщелачивания.</p> <p>2. Оборудование для цементации.</p> <p>3. Оборудование для электролиза.</p> <p>4. Оборудование для подготовки сырья к гидрометаллургии.</p> <p>5. Оборудование для бактериального выщелачивания.</p>

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По дисциплине предусмотрен экзамен в 3 семестре. Экзамен по дисциплине проводится в устной форме. Экзаменационный билет содержит пять вопросов. Каждый вопрос оценивается в один балл. Комплект экзаменационных билетов хранится на кафедре ОПИ.

Пример экзаменационного билета:

1. Теоретические основы выщелачивания окисленных медных минералов.
2. Подземное и кучное выщелачивание. Выщелачивание в отвалах.
3. Электролиз цинка. Конструкция и работа электролитных ванн, циркуляция электролита, тепловой режим работы.
4. Оборудование для реализации гидрометаллургических технологий.
5. Подготовка сырья к гидрометаллургической переработке, характеристика промышленных растворителей.

Перечень примерных вопросов на экзамене:

1. Особенности комбинированных процессов и технологий переработки окисленных и смешанных медных руд ;
2. Теоретические основы выщелачивания окисленных медных минералов;
3. Переработка труднообогатимых окисленных и смешанных медных руд методами гидрометаллургии;
4. Комбинированные методы гидрометаллургии и обогащения окисленных и смешанных руд;
5. Выщелачивание;
6. Цементация;
7. Флотация цементной меди;
8. Извлечение окисленной меди из руд по комбинированной схеме выщелачивание – цементация – магнитная сепарация;
9. Сорбционный процесс ;
10. Теоретические основы сорбционного процесса;
11. Практика сорбционного процесса;
12. Технологическая схема переработки окисленных медных руд, сочетающая два процесса: метод проф. Мостовича и сорбционный процесс;
13. Опыт и перспективы промышленного использования ионной флотации;
14. Теоретические основы ионной флотации;
15. Технология ионной флотации;
16. Состояние и перспективы использования экстракционных процессов;
17. Технология переработки с использованием экстракции;
18. Комбинированные методы переработки труднообогатимых медных и никелевых руд с применением металлургических процессов;
19. Переработка медно-никелевых продуктов;
20. Комбинированные процессы при селекции и доводке концентратов;
21. Методы выщелачивания;
22. Методы оценки экономики процессов бактериального-химического выщелачивания;
23. Чановое бактериальное выщелачивания сульфидных концентратов;
24. Подготовка продуктов бактериального выщелачивания к проведению химического анализа. Расчет баланса металлов;
25. Подземное и кучное выщелачивание. Выщелачивание в отвалах;
26. Выщелачивание не разрабатывавшихся рудных тел в естественном залегании;
27. Выщелачивание в отвалах;
28. Кучное выщелачивание;
29. Очистка промышленных сточных вод от металлов;
30. Химизм, термодинамика и кинетика процессов выщелачивания.
31. Основы теории процессов ионного обмена и экстракции.
32. Закономерности осаждения труднорастворимых соединений и кристаллизации солей.
33. Процесс гидролитического осаждения металлов из растворов.
34. Осаждение сульфидов цветных металлов из водных растворов.
35. Основы теории процессов ионного обмена и экстракции.
36. Расчеты технологических схем выщелачивания, расчет кинетики выщелачивания и расчет основного и вспомогательного оборудования.
37. Подготовка сырья к гидрометаллургической переработке, характеристика промышленных растворителей.
38. Методы гидрометаллургии и выщелачивания для переработки труднообогатимого сырья.
39. Электролитическое рафинирование меди, составы электролита, конструкция ванны, показатели процесса.
40. Промышленные способы извлечения металлов из растворов.
41. Методы контроля процессов химического окисления и выщелачивания.
42. Электролиз цинка. Конструкция и работа электролитных ванн, циркуляция электролита, тепловой режим работы.
43. Теоретические основы гидрометаллургических процессов.
44. Оборудование для реализации гидрометаллургических технологий.
45. Обоснование гидрометаллургических способов и технологий переработки труднообогатимых, некондиционных забалансовых руд и техногенного сырья.
46. Комбинированные процессы при селекции и доводке концентратов.
47. Химизм и кинетика процессов при выщелачивании, влияние температуры, перемешивания, парциального давления кислорода и других факторов на скорость выщелачивания.
48. Электролитическое рафинирование никеля. Конструкция работа ванны, катодный и анодный процессы, составы электролита, очистка анолита от примесей, показатели процесса.
49. Технологические схемы переработки никелевого сырья методами выщелачивания: сернокислотное выщелачивание, аммиачное выщелачивание, способы выделения металлов из растворов.
50. Гидрометаллургия цинка. Очистка раствора сульфата цинка от примесей.
51. Поведение компонентов цинкового огарка при выщелачивании. Факторы, влияющие на полноту и скорость растворения цинка. Используемые технологические схемы выщелачивания. Теория и практика гидролитической очистки. Использование цементации для очистки раствора.
52. Теория и практика гидролитической очистки. Использование цементации для очистки растворов выщелачивания цинкового огарка.
53. Электролиз растворов сульфата цинка. Процессы, протекающие на электродах. Перенапряжение водорода. Выход по току, напряжение на ванне, удельный расход электроэнергии. Факторы, влияющие на показатели процесса электролиза.
54. Воздействие металлургических предприятий на окружающую среду: выбросы в атмосферу и водный бассейн, складирование отходов.
55. Технологические схемы переработки никелевого сырья методом аммиачного выщелачивания. Способы выделения металлов из растворов.

56. Электролиз цинка. Аппаратура для выпечивания, сгущения и фильтрации.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

По дисциплине предусмотрен экзамен в 3 семестре. Экзамен по дисциплине проводится в устной форме.

Экзаменационный билет содержит пять вопросов. Каждый вопрос оценивается в один балл. Комплект экзаменационных билетов хранится на кафедре ОПИ.

Дисциплина считается освоенной при выполнении следующих условий:

- текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- выполнены и защищены все практические работы на практических занятиях;
- выполнены все контрольные работы;
- промежуточное и итоговое тестирование выполнено с результатами:
 - от 25 и менее 50 % – «удовлетворительно»;
 - от 50 и менее 75 % – «хорошо»;
 - от 75 до 100 – %«отлично»;
- выполнен и защищен реферат.
- экзамен по дисциплине сдан на положительную оценку ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично").

Общие критерии уровней освоения компетенций:

Отсутствие сформированности компетенции: Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении задач, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированности компетенции. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения учебной дисциплины ("неудовлетворительно").

Пороговый:

Если обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных задач в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированности компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне ("удовлетворительно").

Повышенный:

Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированности компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированности компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучающегося при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке ("хорошо").

Продвинутый:

Обучающийся демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных задач в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на продвинутом уровне. Присутствие сформированности компетенции на продвинутом уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи ("отлично").

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Зеликман А. Н., Вольдман Г. М., Беляевская Л. В.	Теория гидрометаллургических процессов: Учебник для вузов по спец. 'Металлургия цв. металлов' и 'Хим. технология редких и рассеян. элементов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1983

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Вольдман Г. М., Зеликман А. Н.	Теория гидрометаллургических процессов: учебник для вузов по спец. 'Физ.-хим. исслед. металлург. процессов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1993
Л1.3	Медведев А. С., Богатырева Е. В.	Теория гидрометаллургических процессов. Теория и практика гидрометаллургических процессов, лежащих в основе производства цветных и редких металлов: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л1.4	Медведев А. С., Александров П. В.	Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения. Оборудование гидрометаллургических процессов (N 2929): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Колчин Ю. О., Миклушевский В. В., Богатырева Е. В., Стрижко В. С., Медведев А. С.	Оборудование гидрометаллургических процессов. Расчет аппаратов гидрометаллургических процессов: учеб. пособие для студ. вузов спец. Металлургия цв. металлов	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л2.2	Вольдман Г. М.	Основы экстракционных и ионообменных процессов гидрометаллургии: Учеб.пособие для вузов по спец.'Металлургия цв.металлов' и 'Хим.технология редких и рассеян.элементов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982
Л2.3	Колчин Ю. О., Миклушевский В. В., Медведев А. С.	Теория и аппаратура гидрометаллургических процессов: Разд.: Аппараты для гидрометаллургических процессов: (часть 1): Сб. дом. заданий для студ. спец. 110200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1997
Л2.4	Кулифеев В. К., Медведев А. С.	Металлургия редкоземельных и радиоактивных редких металлов и проектирование цехов: Разд.: Аффинажные и разделительные процессы в металлургии редкоземельных и радиоактивных металлов: Курс лекций для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1988

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Богатырева Е. В., Медведев А. С.	Теория гидрометаллургических процессов редких и радиоактивных металлов: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.2	Зеликман А. Н., Зеликман А. Н., Медведев А. С.	Теория гидрометаллургических процессов: лаб. практикум для студ. спец. 0402 и 0635	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
ЛЗ.3	Зеликман А. Н., Медведев А. С., Коршунов Б. Г., Зеликман А. Н.	Теория гидрометаллургических процессов: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 11.02, 01.2, 21.03	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1992
ЛЗ.4	Медведев А. С., Коршунов Б. Г., Коршунов Б. Г.	Теория и технология производства редких и цветных металлов: Лаб.практикум для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
ЛЗ.5	Медведев А. С., Стрижко В. С., Коршунов Б. Г.	Теория и аппаратура гидрометаллургических процессов: Разд.: Аппараты для гидрометаллургических процессов: (Ч.1): учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	, 1995
ЛЗ.6	Медведев А. С., Богатырева Е. В.	Теория гидрометаллургических процессов: Сб. тестов для студ. спец. 1102, 2102, 0903	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2002
ЛЗ.7	Медведев А. С., Богатырева Е. В.	Теория гидрометаллургических процессов: Сб. тестов по процессам выделения металлов и их соединений из водных растворов для студ. спец. 110200, 210200, 090300 N 1834	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru
Э2	Окускование и металлургия. Ч. 1 : учеб. пособие / Т. И. Юшина ; МГТУ, Каф. обогащения полезных ископаемых . – М. : [МГТУ], 2011 . – 175 с.	http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691183
Э3	Окускование и металлургия. Ч. 2 : учеб. пособие / Т. И. Юшина ; МГТУ, Каф. обогащения полезных ископаемых . – М. : [МГТУ], 2011 . – 67 с.	http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691184

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Всероссийский экологический портал: http://ecoportal.ru/
И.2	Электронная библиотека НИТУ МИСиС: http://lib.misis.ru/elbib.html
И.3	Российская государственная библиотека: http://www.rsl.ru/
И.4	Российская национальная библиотека: http://www.nrl.ru/
И.5	Государственная публичная научно-техническая библиотека России: http://www.gpntb.ru
И.6	ЭБС "Лань" (https://e.lanbook.com)
И.7	Единое окно доступа к образовательным ресурсам (http://window.edu.ru)
И.8	ScienceDirect - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир (www.sciencedirect.com)
И.9	Scopus - единая реферативная база данных научных публикаций (www.scopus.com)
И.10	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: https://www.elibrary.ru/defaultx.asp
И.11	Электронное учебно-методическое пособие. Порцевский А.К., Катков Г.А. Геотехнология (физико-химическая): http://window.edu.ru/window/library/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
<p>Рекомендуемая дополнительная литература, имеющаяся в библиотеке кафедры ОПИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов [Текст]: в 3-х т. Т.1/Набойченко С.С. [и др.]; под ред. С.С.Набойченко.-Екатеринбург: УГТУ-УПИ,2008,-376с. 2. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов [Текст]: в 3-х т. Т.2/Набойченко С.С. [и др.]; под ред. С.С.Набойченко.-Екатеринбург: УГТУ-УПИ,2009,-612с. 3. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов [Текст]: в 3-х т. Т.3/Набойченко С.С., Я.М. Шнеерсон; под ред. С.С.Набойченко.-Екатеринбург: УГТУ-УПИ,2009,-282с. 4. Рогова Л.И., Металлургические расчеты: учеб. пособие/ Л.И. Рогова; Норильский индустр. ин-т.-Норильск НИИ, 2007.-154 с. 5. Большаков Л.А. «Теория и аппаратура гидрометаллургических процессов. Определение кинетических параметров реакций»: учеб. пособие /Большаков Л.А., Носова О.В., Петухова Л.И., Тулупова И.Г.; Норильский индустриальный институт. - Норильск, 2009. – 108 с 6. Рогова Л.И., Теория гидрометаллургических процессов: учеб. пособие/Л.И. Рогова, И.Г. Тулупова.-Норильск: Норильский индустр. Ин - т, 2012.-70 с. 7. Большаков Л.А., Теория и аппаратура гидрометаллургических процессов: МУ к курсовой работе /Большаков Л.А., Носова О.В., Петухова Л.И., Тулупова И.Г.; Норильский индустриальный институт. - Норильск, 2007. - 40с. 8. Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов. – М.: «Интермет Инжиниринг», 2003. – 464 с. 9. Под редакцией Фазлуллина М.И. Подземное и кучное выщелачивание урана, золота и др. металлов. В 2-х томах. М.: «Руда и металлы».- 2005. 10. Под редакцией Фазлуллина М.И. Кучное выщелачивание благородных металлов. М.: Изд-во Академии горных наук.- 2001. 11. Бочаров В.А., Тарасов А.В. Комбинированные технологии цветной металлургии. М.: ФГУП Институт Гинцветмет.- 2001. 12. Каравайко Г.И., Росси Дж., Агате А., Грудев С., Авакян З.А. Биотехнология металлов. Практическое руководство. М.: Центр международных проектов ГКНТ.- 1989. 13. Митрофанов С.И., Мещанинова В.И., Курочкина А.В. и др. Комбинированные процессы переработки руд цветных металлов. М.: «Недра».- 1984. <p>Подготовка к лекциям.</p> <p>Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.</p> <p>В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.</p> <p>Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.</p> <p>Подготовка к практическим или лабораторным занятиям.</p> <p>Подготовку к каждому практическому или лабораторному занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического или лабораторного занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.</p> <p>В процессе подготовки к практическим занятиям, Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за</p>

лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

Ваша самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время включает:

1 Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. Самостоятельная работа на лекции выполняется в конце каждой лекции и заключается в решении небольшой задачи, поставленной преподавателем по материалу прочитанной лекции.

Каждый студент имеет контрольный лист, на котором указывается фамилия, имя, отчество, группа, номер лекции, дата, задание и ответ (решение) задачи. После занятий преподаватель проверяет правильность выполнения заданий и, при необходимости, дает на следующем занятии или на консультации дополнительное задание для исправления допущенных ошибок.

Анализ контрольных листов позволяет преподавателю оценить усвоение материала каждой лекции каждым студентом и параллельно – учесть посещаемость лекций. Материал пропущенной лекции студент должен сдавать преподавателю в письменной форме в часы консультаций.

Работа с лекцией включает в себя дополнение конспекта сведениями из рекомендованной литературы (с указанием использованного источника).

Возможны выступления студентов на лекции по отдельным вопросам обсуждаемой темы (проработанные самостоятельно под руководством преподавателя); сообщения занимают 7...10 мин. Такие выступления помогают четко выражать свои мысли, аргументировано излагать и отстаивать свою точку зрения при ответе на вопросы. Самостоятельное изучение практического материала планируется примерно из расчета 0,3 ч на 1 ч лекции.

Работа с материалом лекции, выполненная через один-два дня после ее прослушивания, позволяет выделить неясные моменты, которые необходимо либо самостоятельно разобрать, пользуясь рекомендованными литературными источниками, либо обсудить с преподавателем на ближайшей консультации. Такой самоконтроль может войти в объем самостоятельной работы студента, предусмотренный рабочей программой.

2. Аудиторная самостоятельная работа на практических занятиях по программе дисциплины. Они обеспечивают получение навыков и умений, необходимых при изучении данной дисциплины, а также необходимых в последующем обучении и трудовой деятельности. Кроме того, они обеспечивают общение участников в диалоговом режиме и дают опыт совместного участия в решении проблем.

3. Внеаудиторная самостоятельная работа.

Перечень практических работ, рефератов, а также список учебных и методических пособий для этих работ вывешивается в лаборатории и студенты имеют возможность подготовиться к выполнению этих работ. Внеаудиторная самостоятельная работа по практическим занятиям включает подготовку к выполнению работ, обработку полученных результатов; защита работ на практических занятиях.

Подготовка заключается в ознакомлении с названием, целью работы, основными теоретическими положениями и методическими указаниями по ее выполнению. Следует также подготовить к заполнению таблицы, приведенные в разделе «Порядок выполнения и оформления работы».

Обработка полученных результатов заключается в выполнении расчетов, заполнении таблиц, построении графиков.

Правильно выполненным является график, на осях координат которого показаны параметры и указана их размерность. На осях указаны числа одного порядка, т.е. либо десятые доли, либо целые числа, либо сотни и т.д. Точные координаты экспериментальной точки на осях не показывают, но, поскольку все выполнено в масштабе, их легко установить.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к тестированию целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).