Рабочая программа дисциплины (модуля) «Технологическое оборудование в ядерной отрасли», включая оценочные материалы

1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Группа компетенций	Категория компетенций	Коды и содержание компетенций
Универсальные	-	-
Общепрофессиональные	-	-
Профессиональные	-	ПК-2. Способен использовать, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры и текущий ремонт, готовностью к освоению и эксплуатации нового оборудования

1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Содержание индикатора компетенции
ПК-2	ПК-2.1	Выбирает и эксплуатирует технологическое оборудование при производстве основных функциональных материалов ядерного топливного цикла
ПК-2	ПК-2.2	Осуществляет контроль состояния и ремонт технологического оборудования ядерной отрасли

1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Цель изучения дисциплины (модуля) – приобретение навыков расчета параметров и условий безопасной эксплуатации и ремонта оборудования атомных отрасли при работе в переменных режимах, составление тепловых балансов и расчет основных технико-экономических показателей ядерной отрасли.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен

знать:

- основные виды и характеристики оборудования, используемого в ядерного отрасли;
- основные стадии технологического производства на радиационно-опасном объекте;
- допустимые и нормируемые уровни воздействия радиации на персонал ЯЭУ;
- правила техники безопасности при эксплуатации, проведении монтажа, ремонта и демонтажа оборудования;

уметь:

- проводить монтаж, ремонт и демонтаж оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС;

владеть:

- навыками эксплуатации и монтажа технологического оборудования ядерной отрасли.

2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)

2.1. Объем дисциплины (модуля)

Виды учебной работы	*Формы обучения*
	Очная
Общая трудоемкость: зачетные единицы/часы	9/324
Контактная работа:	162
Занятия лекционного типа	54
Занятия семинарского типа	108
Консультации	0
Промежуточная аттестация: экзамен, зачет	36
Самостоятельная работа (СР)	126

2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						
		Контактная работа						СР
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Расчет оборудования для гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов. Основные конструкции аппаратов.	8	0	18	0	0	0	21
2.	Расчет оборудования для промывки осадков и пульп	10	0	18	0	0	0	21
3.	Основные типы оборудования для процессов разделения жидкой и твердой фаз, расчет оборудования и его выбор	8	0	18	0	0	0	21
4.	Расчет оборудования для ионообменной технологии. Основные типы ионообменных колонн.	10	0	18	0	0	0	21
5.	Расчет процесса экстракции и оборудования для экстракционного выделения и разделения элементов.	8	0	18	0	0	0	21
6.	Компоновка основного технологического оборудование, основные требования	10	0	18	0	0	0	21

Примечания:

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ

Содержание лекционного курса

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание лекционного курса
1.	Расчет оборудования для гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов. Основные конструкции аппаратов.	Определение процесса выщелачивания, основные факторы, влияющие на кинетику гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов, исходные данные для расчета процесса выщелачивания, порядок расчета процесса выщелачивания; оксидный и минералогический состав руды, методика расчета минералогического состава на основании количественного оксидного и качественного минералогического составов, расчет вскрываемости руды, исходя из минералогического состава сырья; цель составления материального баланса, исходные данные для составления материального баланса операции выщелачивания и технологический расчет процесса, расчет расхода реагентов и количества продуктов реакций по уравнениям химических реакций с учетом вскрываемости отдельных минералов; формы записи таблиц материального баланса: по потокам и по соединениям; составление материального баланса процесса с учетом оборотных растворов; тепловой баланс операции выщелачивания; основные параметры пульпы, Т:Ж, плотность; расчет аппаратов выщелачивания периодического действия; специфика движения материала в каскаде аппаратов непрерывного

		действия, расчет объема аппарата и числа аппаратов в каскаде аппаратов выщелачивания непрерывного действия по уравнению и с помощью номограмм; схемы прямоточного и противоточного процессов выщелачивания, их преимущества и недостатки; характеристика и типы перемешивающих устройств, характеристика аппаратов выщелачивания; выбор аппаратуры по ГОСТам и каталогам, примеры компоновочных решений отделения выщелачивания.
2.	Расчет оборудования для промывки осадков и пульп	Характеристика гидрометаллургических осадков и пульп, промывка гидрометаллургических осадков и пульп, задачи промывки, классификация процессов; обобщенный метод расчета противоточной промывки осадков и пульп, вывод основных уравнений, расчет промывки в случае использования чистого растворителя, расчет процесса промывки при условии равенства влажности осадков до и после промывки, номограммы для расчета противоточной промывки осадков, Последовательная промывка осадков и пульп; аппаратурные схемы многоступенчатой промывки; промывка осадков на фильтре методом вытеснения; схема процесса, методика расчета промывки осадков на фильтре; расчет аппаратуры для разделения твердого и жидкого, расчет основных параметров сгустителей.
3.	Основные типы оборудования для процессов разделения жидкой и твердой фаз, расчет оборудования и его выбор.	Технические характеристики одноярусных сгустителей, классификация и техническая характеристика фильтров, обоснование выбора аппаратуры для фильтрования; аппаратурные схемы операции фильтрования для различных типов фильтров; закономерности центрифугирования, расчет центрифуг и выбор по каталогам; основные параметры гидроциклонов; объемно-планировочные решения отделения разделения твердого и жидкого.
4.	Расчет оборудования для ионообменной технологии. Основные типы ионообменных колонн.	Задачи ионного обмена, классификация методов ионообменного выделения и разделения элементов; основные стадии работы сорбционной колонны, расчет ионообменной установки с неподвижным слоем сорбента, схема сорбции и элюирования при работе колонны с неподвижным слоем сорбента; формирование фронта равных концентраций; составление материального баланса процессов сорбции и десорбции; расчет габаритов сорбционных колонн с неподвижным слоем сорбента, составление графика работы колонн; устройство и принцип действия пульсационных сорбционных колонн; расчет процесса на основе теории массообменных процессов, расчет диаметра и высоты сорбционных колонн различных конструкций; объемно - планировочное решение отделения ионообменного извлечения и разделения редкоземельных элементов.
5.	Расчет процесса экстракции и оборудования для экстракционного выделения и разделения элементов.	Периодическая экстракция, экстракция с перекрестным током экстрагента, противоточная экстракция, схемы процесса, основные понятия; расчет необходимого числа ступеней контактирования противоточной экстракции, материальный баланс ступеней и каскада экстракции; вывод формулы Кремсера, зависимость числа ступеней контактирования от коэффициента экстракции; основные задачи и схема процесса экстракционного разделения элементов; определение оптимального соотношения потоков и расчет числа ступеней экстракционной и промывной частей каскада по методике Левина, анализ результатов расчета; графический метод расчета экстракционных каскадов; аппаратура для экстракции: расчет аппаратов типа смеситель - отстойник ящичного типа, основные параметры колонных аппаратов для экстракции; компоновочные решения отделения экстракции.
6.	Компоновка основного технологического оборудование, основные требования	Габариты аппаратов, характер транспортных связей, обслуживание аппаратов, схемы установки аппаратов;

		условные графические обозначения аппаратов на технологических схемах.

Содержание занятий семинарского типа

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Тип	Содержание занятий семинарского типа
1.	Расчет оборудования для гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов. Основные конструкции аппаратов.	ПЗ	Расчет оборудования для гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов. Методика расчета минералогического состава на основании количественного оксидного и качественного минералогического составов, Расчет операции выщелачивания и технологический расчет процесса, расчет расхода реагентов и количества продуктов реакций по уравнениям химических реакций с учетом вскрываемости отдельных минералов; формы записи таблиц материального баланса: по потокам и по соединениям; Расчет материального баланса процесса с учетом оборотных растворов; Схемы прямоточного и противоточного процессов выщелачивания, их преимущества и недостатки; методика расчета материального баланса противоточного процесса выщелачивания; характеристика и типы перемешивающих устройств, характеристика аппаратов выщелачивания; выбор аппаратуры
2.	Расчет оборудования для промывки осадков и пульп	ПЗ	Расчет оборудования для промывки осадков и пульп, обобщенный метод расчета противоточной промывки осадков и пульп, вывод основных уравнений, расчет промывки в случае использования чистого растворителя, расчет процесса промывки при условии равенства влажности осадков до и после промывки, номограммы для расчета противоточной промывки осадков, Последовательная промывка осадков и пульп; аппаратурные схемы многоступенчатой промывки; промывка осадков на фильтре методом вытеснения; схема процесса, методика расчета промывки осадков на фильтре;
3.	Основные типы оборудования для процессов разделения жидкой и твердой фаз, расчет оборудования и его выбор.	ПЗ	Расчет аппаратуры для разделения твердого и жидкого, расчет основных параметров сгустителей, технические характеристики одноярусных сгустителей, классификация и техническая характеристика фильтров, обоснование выбора аппаратуры для фильтрования; аппаратурные схемы операции фильтрования для различных типов фильтров;
4.	Расчет оборудования для ионообменной технологии. Основные типы ионообменных колонн.	ПЗ	Расчет оборудования для ионообменной технологии. Основные типы ионообменных колонн. Расчет габаритов сорбционных колонн с неподвижным слоем сорбента, составление графика работы колонн, расчет материального баланса сорбционной колонны;
5.	Расчет процесса экстракции и оборудования для экстракционного выделения и разделения элементов.	ПЗ	Расчет процесса экстракции и оборудования для экстракционного выделения и разделения элементов. Расчета материального баланса экстракционного каскада; аппаратура для экстракции: расчет аппаратов типа смеситель - отстойник ящичного типа. Компоновка оборудования в помещении цеха
6.	Компоновка основного технологического оборудование, основные требования	ПЗ	Компоновка основного технологического оборудования, основные требования, габариты аппаратов, характер транспортных связей, обслуживание аппаратов, схемы установки аппаратов; условные графические обозначения аппаратов на технологических схемах.

Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание самостоятельной работы
1.	Расчет оборудования для гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов. Основные конструкции аппаратов.	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
2.	Расчет оборудования для промывки осадков и пульп	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
3.	Основные типы оборудования для процессов разделения жидкой и твердой фаз, расчет оборудования и его выбор.	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
4.	Расчет оборудования для ионообменной технологии. Основные типы ионообменных колонн.	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
5.	Расчет процесса экстракции и оборудования для экстракционного выделения и разделения элементов.	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
6.	Компоновка основного технологического оборудование, основные требования	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа

3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

3.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые темы (разделы)	Наименование оценочного средства
1.	Расчет оборудования для гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов. Основные конструкции аппаратов.	Контрольная работа
2.	Расчет оборудования для промывки осадков и пульп	Контрольная работа
3.	Основные типы оборудования для процессов разделения жидкой и твердой фаз, расчет оборудования и его выбор.	Контрольная работа
4.	Расчет оборудования для ионообменной технологии. Основные типы ионообменных колонн.	Контрольная работа
5.	Расчет процесса экстракции и оборудования для экстракционного выделения и разделения элементов.	Контрольная работа
6.	Компоновка основного технологического оборудование, основные требования	Контрольная работа

3.1.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости

Контрольный работа

Расчетная работа 1

Составить материальный баланс операции гидрометаллургического вскрытия уран-фосфатного концентрата следующего состава:

Фторапатит $Ca_3(PO_4)_3F$ 577 %

Лермонтовит $UO_3.P_2O_5\ 6H_2O$ 0,39 % Остальные минералы 42,11 %

Условия проведения процесса выщелачивания следующие: Т:Ж исходного концентрата обогащения - 1:2. Степень вскрываемости фторапатита и лермонтовита – 97 %. Остальные минералы, чтобы не загромождать данный пример расчета, условно считаем

невскрываемыми.

Согласно литературным данным, с целью получения удобрений при комплексной переработке фосфатного сырья, разложение можно проводить смесью азотной и серной кислот. Установлено , что 60 % фторапатита вскрывается 47 %-ным раствором азотной кислоты и образовавшийся кальций(II) осаждается 38 %-ным раствором сульфата аммония, а 40% фторапатита вскрывается 92 %-ным раствором H_2SO_4

Количество HNO_3 и H_2SO_4 берут с избытком в количестве 102 % от стехиометрии. Образовавшийся фосфогипс отфильтровывают, полученный осадок с Т:Ж = 1:1 промывают методом вытеснения на фильтре количеством воды, равным массе влаги осадка. Полученный в результате промывки второй фильтрат направляют в оборот в реактор разложения.

Расчетная работа 2

Осадок карбоната лития поступает на промывку:

В маточном растворе, а следовательно, и во влаге промываемого осадка содержится 160 г/л сульфата натрия (плотность раствора влаги осадка – 1060 кг/м^3).

Относительная влажность осадка до и после промывки – 40 %.

Промывка производится водой. Считаем, что карбонат лития в процессе промывки практически не растворяется.

Производится противоточная 3-х ступенчатая репульпационная промывка при модуле промывки равном 2.

Определить степень извлечение сульфата натрия и составить материальный баланс промывки осадка исходя из 1000 кг влажного осадка.

Расчетная работа 3

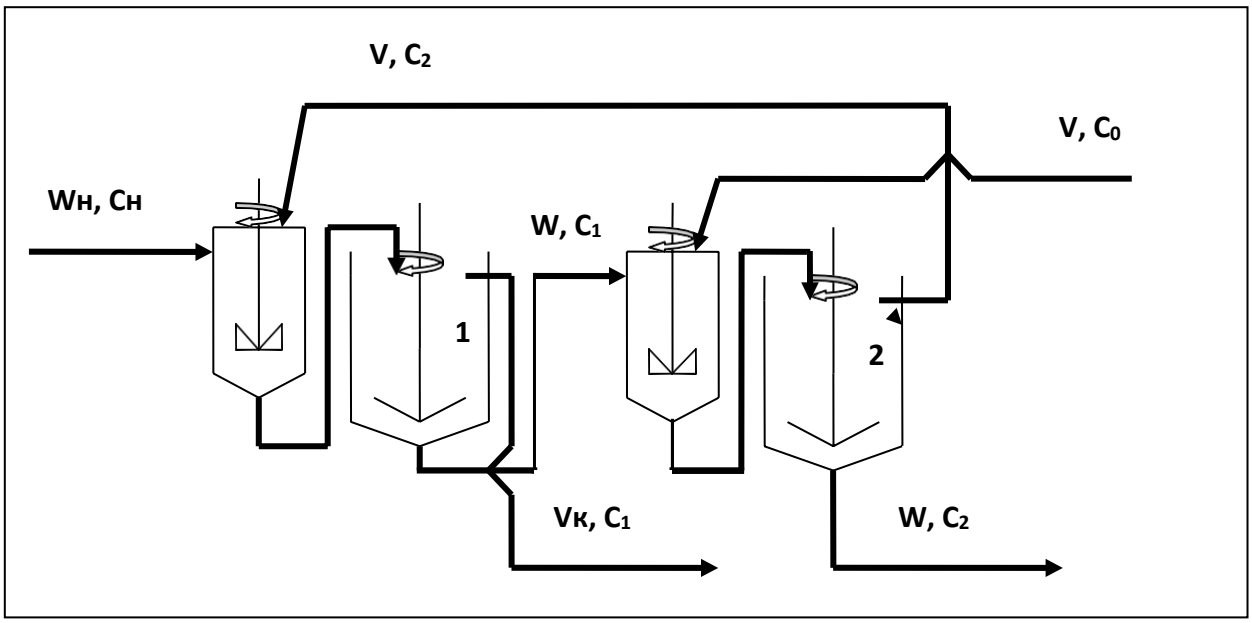
Рассчитать минералогический состав руды по ее оксидному составу. Таблица 1 – Оксидный состав руды

№ оксида (j)	Оксид	Мол. масса (m_j)	Содержание оксида (A_j), %
1	K_2O Ln_2O_3 UO_3 P_2O_5	94	0,94
2	CaF_2	336	1,10
3	CaO FeS_2 Na_2O Al_2O_3	286	0,17
4	SiO_2 H_2O	142	26,52
5		78	4,76
6		56	30,87
7		120	21,00
8		62	1,87
9		102	4,10
10		60	7,93
11		18	0,74

Таблица 2 - Минеральный состав исходного рудного концентрата

Порядковый номер минерала (j)	Минерал	Формула минерала	Мол.масса минерала (M_i)
1	Лермонтовит 1	Ln_2O_3 P_2O_5 $12H_2O$ $3UO_3$ P_2O_5	694
2	Лермонтовит 2	$6H_2O$ CaF_2 $9CaO$ $3P_2O5$	1108
3	фторапатит	$3Na_2O$ K_2O $4Al_2O_3$ $9SiO_2$	1008
4	нефелин пирит	FeS SiO_2	1228
5	кварц		120
			60

Расчетная работа 4



Дать характеристику процесса промывки, аппаратурно-технологическая схема которого приведена на рисунке

На рисунке приведена схема (охарактеризовать схему промывки**)**

Осадок, поступающий на промывку, имеет параметры: **Wн, Сн;**

Исходная промывная жидкость имеет параметры: **V, C_0;**

Каскад работает при условии: **Wн #W, C_0 # 0.**

Составить уравнения материального баланса по отмываемому веществу:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

-для всего каскада:

Составить уравнения материального баланса по жидкой фазе:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

-для всего каскада:

Дать определение процессу промывки. Промывка это …….

Охарактеризовать барабанный вакуум-фильтр: БОП 10-1,8-1 (У,К)**, перечислить стадии его работы**

3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Контрольная работа

Оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение изложить письменно.

Критерии оценивания: последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, когда соблюдены все критерии.

Оценка *«хорошо»* ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но допускает несущественные погрешности.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

3.2.1. Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Шкала оценивания	Результаты обучения	Показатели оценивания результатов обучения
ОТЛИЧНО	Знает:	- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил материал, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - на основе системных научных знаний делает квалифицированные выводы и обобщения, свободно оперирует категориями и понятиями.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, используя научные понятия, ссылаясь на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся владеет рациональными методами (с использованием рациональных методик) решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал навыки - выделения главного, - связкой теоретических положений с требованиями руководящих документов, - изложения мыслей в логической последовательности, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
ХОРОШО	Знает:	- обучающийся твердо усвоил материал, достаточно грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений, оперирует категориями и понятиями, но не всегда правильно их верифицирует.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и в основном правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, не в полной мере используя научные понятия и ссылки на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся в целом владеет рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении смог продемонстрировать достаточность, но не глубинность навыков, - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связки теоретических положений с требованиями руководящих документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО	Знает:	- обучающийся ориентируется в материале, однако затрудняется в его изложении; - показывает недостаточность знаний основной и дополнительной литературы; - слабо аргументирует научные положения; - практически не способен сформулировать выводы и обобщения; - частично владеет системой понятий.
	Умеет:	- обучающийся в основном умеет решить учебно-профессиональную задачу или задание, но допускает ошибки, слабо аргументирует свое решение, недостаточно использует научные понятия и руководящие документы.
	Владеет:	- обучающийся владеет некоторыми рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал недостаточность навыков - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связки теоретических положений с требованиями руководящих

		документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
НЕУДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО	Знает:	- обучающийся не усвоил значительной части материала; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует квалифицированных выводов и обобщений; - не владеет системой понятий.
	Умеет:	обучающийся не показал умение решать учебно-профессиональную задачу или задание.
	Владеет:	не выполнены требования, предъявляемые к навыкам, оцениваемым «удовлетворительно».

3.2.2. Контрольные задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов для устных ответов (варианты теста)

1. Роль и место оборудования в производстве редких элементов в системе производства материалов современной энергетики.
2. Определение процесса выщелачивания, основные факторы, влияющие на кинетику гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов.
3. Исходные данные для расчета процесса выщелачивания.
4. Порядок расчета процесса выщелачивания.
5. Коэффициент часовой производительности проектируемого объекта.
6. Оксидный и минералогический состав руды, методика расчета минералогического состава на основании количественного оксидного и качественного минералогического составов.
7. Цель составления материального баланса, исходные данные для составления материального баланса операции выщелачивания.
8. Расчет расхода реагентов и количества продуктов реакций по уравнениям химических реакций с учетом вскрываемости отдельных минералов
9. Формы записи таблиц материального баланса: по потокам и по соединениям.
10. Основные параметры пульпы, Т:Ж, плотность.
11. Расчет аппаратов выщелачивания периодического действия.
12. Специфика движения материала в каскаде аппаратов непрерывного действия.
13. Схемы прямоточного и многостадийного противоточного выщелачивания, их достоинства и недостатки.
14. Расчет объема аппарата и числа аппаратов в каскаде аппаратов выщелачивания непрерывного действия по уравнению и с помощью номограмм
15. Характеристика и типы перемешивающих устройств, характеристика аппаратов выщелачивания.
16. Выбор аппаратуры по ГОСТам, каталогам и на сайтах предприятий.
17. Примеры компоновочных решений отделения выщелачивания.
18. Характеристика гидрометаллургических осадков и пульп.
19. Промывка гидрометаллургических осадков и пульп, задачи промывки, классификация процессов.
20. Противоточная промывка осадков и пульп, уравнение материального баланса жидкости и извлекаемого компонента.
21. Промывка противоточная и прямоточная при условии равенства влажности осадков до и после промывки.
22. Номограммы для расчета противоточной промывки осадков, последовательная промывка осадков и пульп.
23. Аппаратурные схемы многоступенчатой промывки.
24. Промывка осадков на фильтре методом вытеснения.
25. Расчет аппаратуры для разделения твердого и жидкого
26. Расчет основных параметров сгустителей, технические характеристики одноярусных сгустителей.

27. Классификация и техническая характеристика фильтров.
28. Обоснование выбора аппаратуры для фильтрования.
29. Характеристика барабанных фильтров: БОН 10-2,6-1(У,К); БОП 10-2,5-1(У,К).
30. Характеристика карусельных и ленточных фильтров: К 100-15Р; ЛМН 10-1,4 К.
31. Характеристика дисковых фильтров ДОО 16-2,5-1У; ДОО 100-2,5-5К.
32. Характеристика фильтр-прессов рамных, камерных: РОР5,6-630/45У; РОМ40-820/45К; КМПм32У.
33. Центрифугирование, основные типы центрифуг, фактор разделения.
34. Объемно - планировочные решения отделения разделения твердого и жидкого.
35. Задачи ионного обмена, классификация методов ионообменного выделения и разделения элементов.
36. Основные стадии работы сорбционной колонны.
37. Расчет ионообменной установки с неподвижным слоем сорбента, уравнение Шилова.
38. Формирование фронта равных концентраций; составление материального баланса процессов сорбции и десорбции.
39. Расчет габаритов сорбционных колонн с неподвижным слоем сорбента, устройство и принцип действия пульсационных сорбционных колонн
40. Расчет процесса на основе теории массообменных процессов.
41. Расчет диаметра и высоты сорбционных колонн различных конструкций.
42. Основные типы сорбционного оборудования, применяемого в технологии.
43. Объемно - планировочное решение отделения ионообменного извлечения и разделения редкоземельных элементов.
44. Экстракция с перекрестным током экстрагента. Материальный баланс ступеней и каскада экстракции.
45. Противоточная экстракция, схемы процесса, материальный баланс ступеней и каскада экстракции.
46. Расчет необходимого числа ступеней контактирования противоточной экстракции, материальный баланс ступеней и каскада экстракции; вывод формулы Кремсера.
47. Зависимость числа ступеней контактирования от коэффициента экстракции.
48. Основные задачи и схемы процессов экстракционного разделения элементов.
49. Периодическая экстракция, экстракция с перекрестным током экстрагента.
50. Схема противоточного экстракционного каскада.
51. Каскад экстракционного разделения элементов с обменной экстракцией и обменной промывкой, схема каскада и принцип его работы.
52. Экстракционное оборудование.
53. Расчет аппаратов типа смеситель - отстойник ящичного типа.
54. Основные параметры колонных аппаратов для экстракции.
55. Компоновочные решения отделения экстракции.
56. Расчет числа ступеней экстракционного извлечения компонентов на основе теории массообменных процессов (по изотерме экстракции).
57. Понятие ВЭТС и ее значение в расчете аппаратов для экстракции и ионного обмена.
58. Виды коррозии. Химическая и электрохимическая коррозии, их характеристика.
59. Коррозионная стойкость материалов аппаратуры, способы защиты от коррозии
60. Виды и источники коррозии, десятибалльная шкала коррозионной устойчивости металлических конструкционных материалов.
61. Коррозионная стойкость важнейших материалов в растворах кислот, щелочей и солей.
62. Понятие проекта, задачи промышленного проектирования
63. Части проекта: технологическая, строительная, санитарно - техническая, электротехническая, теплотехническая, КИП и автоматика, генеральный план, проект организации работ

64. Порядок выполнения проекта, стадии проектирования, исходные данные для проектирования
65. Основные задачи размещения оборудования и планировки производственных помещений, проект установки аппарата, габариты аппаратов, характер транспортных связей
66. Обслуживание аппаратов, схемы установки аппаратов; условные графические обозначения аппаратов на технологических схемах

3.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

Процедура оценивания знаний (тест)

Предлагаемое количество заданий	20
Последовательность выборки	Определена по разделам
Критерии оценки	- правильный ответ на вопрос
«5» если	правильно выполнено 90-100% тестовых заданий
«4» если	правильно выполнено 70-89% тестовых заданий
«3» если	правильно выполнено 50-69% тестовых заданий

Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2 вопроса
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	- требуемый объем и структура - изложение материала без фактических ошибок - логика изложения - использование соответствующей терминологии - стиль речи и культура речи - подбор примеров их научной литературы и практики
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов
«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминологии

Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)

Предлагаемое количество заданий	1
Последовательность выборки	Случайная
Критерии оценки:	- выделение и понимание проблемы - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения - полнота использования источников - наличие авторской позиции - соответствие ответа поставленному вопросу - использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных - логичность изложения - умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач - умение привести пример - опора на теоретические положения - владение соответствующей терминологией
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений
«3» если	требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с

	профессиональной деятельностью

4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1. Электронные учебные издания

1. Бекман, И. Н. Ядерные технологии : учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 500 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08681-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/513454.
2. Ташлыков, О. Л. Ядерные технологии : учебное пособие для вузов / О. Л. Ташлыков ; под научной редакцией С. Е. Щеклеина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 198 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02898-0 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1822-3 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/492594.

4.2. Электронные образовательные ресурсы

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. – URL: https://urait.ru/.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. – URL: https://znanium.com/.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.studentlibrary.ru/.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: http://elibrary.ru/.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: http://cyberleninka.ru/.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: http://window.edu.ru/.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: http://fcior.edu.ru/.

4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: http://dic.academic.ru.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: http://ivo.garant.ru/.

4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

4.5. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые

оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*	**Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения**
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебная аудитория укомплектована специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).
Помещение для самостоятельной работы	Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС.

* Номер конкретной аудитории указан в приказе об аудиторном фонде, расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.