

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 25 » мая 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Теоретические основы жидкостной экстракции  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.02 Технологические машины и оборудование  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Машины, аппараты химических производств и  
нефтегазопереработки  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

1. Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области теории и практики разделения сложных систем, образующихся в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности методами жидкостной экстракции.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

1. изучение статики и кинетики разделения систем сложного состава в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности методами жидкостной экстракции.

2. формирование умения производить выбор оптимальных условий разделения систем сложного состава в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности методами жидкостной экстракции.

3. формирование навыков определения и расчета важнейших технологических характеристик в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знает правила построения топологических моделей и основные положения системного анализа химических процессов и оборудования, классификацию и характеристики гетерогенных систем, основные теоретические положения экстракционных процессов.	Знает правила построения топологических моделей и основные положения системного анализа химических процессов и оборудования, классификацию и характеристики гетерогенных систем, основные теоретические положения экстракционных процессов.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Умеет описывать иерархическую структуру химических производств и топологическую модель оборудования, выполнять технологические расчеты разделения гетерогенных систем и процессов экстракции и выбирать оптимальное оборудование для проведения этих процессов.	Умеет описывать иерархическую структуру химических производств и топологическую модель оборудования, выполнять технологические расчеты разделения гетерогенных систем и процессов экстракции и выбирать оптимальное оборудование для проведения этих процессов.	Зачет
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владеет навыками описания структуры производства и технологических схем с помощью технологических операторов, расчета и выбора оптимальных экстракционных аппаратов и оборудования для разделения гетерогенных систем.	Владеет навыками описания структуры производства и технологических схем с помощью технологических операторов, расчета и выбора оптимальных экстракционных аппаратов и оборудования для разделения гетерогенных систем.	Зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	6	6	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	100	100	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Введение	1	0	0	0
ВВЕДЕНИЕ. Предмет задачи курса "Теоретические основы жидкостной экстракции". Роль процесса жидкостной экстракции в процессах химической технологии и нефтепереработки. Раздел 1. Равновесие в процессах экстракции. Тема 1. Y-X диаграмма и треугольные диаграммы равновесия. Принципы построения треугольных диаграмм. Основные свойства диаграмм. Построение линии равновесия. Тема 2. Материальный баланс процесса экстракции. Изображение материального баланса на треугольной диаграмме.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 1. Экстракция: общие сведения. Равновесие в процессах экстракции.	1	0	10	20
Тема 5. Аппараты со ступенчатым и непрерывным контактом фаз Расчет необходимого числа ступеней контактирования и высоты зоны контактирования фаз Тема 6. Аппараты периодического действия Расчет однократной и многократной экстракции Тема 7. Аппараты непрерывного действия Расчет многократной противоточной экстракции на У-Х - диаграмме Тема 8. Современные способы интенсификации процесса экстракции Тема 1. Х – У- диаграмма и треугольные диаграммы равновесия Принципы построения треугольных диаграмм. Основные свойства диаграмм, построение линии равновесия в треугольной диаграмме. Тема 2. Материальный баланс процесса экстракции Изображение материального баланса на треугольной диаграмме.				
Раздел 2. Кинетические закономерности и технологические схемы экстракции.	1	0	6	20
Тема 3. Кинетические закономерности экстракции Влияние различных факторов (температуры, интенсивности перемешивания фаз и др.) на скорость экстракции. Тема 4. Технологические схемы экстракции. Схемы периодического и непрерывного действия. Изображение процессов экстракции на У-Х диаграмме.				
Раздел 3. Аппаратурное оформление процессов экстракции.	2	0	9	30
Тема 5. Аппараты со ступенчатым и непрерывным контактом фаз Расчет необходимого числа ступеней контактирования и высоты зоны контактирования фаз Тема 6. Аппараты периодического действия Расчет однократной и многократной экстракции Тема 7. Аппараты непрерывного действия Расчет многократной противоточной экстракции на У-Х - диаграмме. Тема 8. Современные способы интенсификации процесса экстракции. Влияние центробежных сил и различных физических сил				
Раздел 4. Растворение твердых тел.	1	0	9	30
Тема 9. Теоретические основы процесса				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>растворения твердых тел.  Положительный и отрицательный температурный коэффициент растворимости. Диаграммы растворимости бинарных и многокомпонентных систем. Явления высаливания и всаливания.  Тема 10. Кинетика процесса растворения.  Механизм и движущая сила процесса. Основные факторы, влияющие на скорость растворения (температура, степень измельчения твердых тел, гидродинамические условия и др.).  Тема 11. Выщелачивание.  Механизм и кинетика выщелачивания. Основные факторы, влияющие на скорость и селективность выщелачивания (температура, степень измельчения, гидродинамические условия, химический состав растворителя и др.).  Тема 12. Аппаратурное оформление и технологические схемы растворения и выщелачивания.  Одноступенчатые и многоступенчатые схемы. Схемы периодического и непрерывного действия.  Изображение процессов на У-Х диаграмме. Основное технологическое оборудование.  Заключение. Л – 0,5 ч.</p>				
ИТОГО по 3-му семестру	6	0	34	100
ИТОГО по дисциплине	6	0	34	100

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Построение треугольных диаграмм фазового равновесия. Расчет материального баланса экстракции
2	Построение различных вариантов процессов экстракции на У-Х -диаграмме
3	Технологический расчет процесса экстракции а аппаратах различного типа (смесительно-отстойных, колонных, ротационных и др.).
4	Расчет требуемой длительности процессов растворения и выщелачивания на примере различных видов минерального сырья (сильвинита, карналлита и др.).
5	Технологический расчет шнекового растворителя калийных руд.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

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

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - Москва: Альянс, 2018.	10
2	Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии : учебник для вузов / А. И. Скобло [и др.]. - Москва: Недра, 2000.	44
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - Москва: РусМедиаКонсалт, 2004.	473

2	Романков П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. - Санкт-Петербург: Химиздат, 2010.	9
3	Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа : учебное пособие для вузов / С.А. Ахметов [и др.]. - Санкт-Петербург: Недра, 2006.	78
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Теоретические основы химической технологии : журнал / Российская академия наук. Отделение химии и науки о минералах. - Москва: Наука, 1967 - .	
2	Химическое и нефтегазовое машиностроение : международный научно-технический и производственный журнал / Российская инженерная академия; Газпром; Московский государственный университет инженерной экологии. - Москва: Изд-во МГУИЭ, 1932 - .	1
3	Химия и технология топлив и масел : научно-технический журнал / Министерство энергетики Российской Федерации; Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина; Ассоциация нефтепереработчиков и нефтехимиков; Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти. - Москва: Изд-во РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 1956 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Загидуллин С.Х. Физикохимия гетерогенных систем (избранные главы) : конспект лекций / С.Х. Загидуллин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	14
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Загидуллин С. Х. Общая химическая технология : учебное пособие для вузов / С. Х. Загидуллин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	21

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - Москва: РусМедиаКонсалт, 2004.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks71109">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks71109</a>	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Романков П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. - Санкт-Петербург: Химиздат, 2010.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks164295">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks164295</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа : учебное пособие для вузов / С.А. Ахметов [и др.]. - Санкт-Петербург: Недра, 2006.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks111858">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks111858</a>	сеть Интернет; свободный доступ

### **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

## **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	компьютер, проектор, экран, доска	1
Практическое занятие	компьютер	10

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Теоретические основы жидкостной экстракции»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.04.02 Технологические машины и оборудование
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Машины, аппараты химических производств и нефтегазопереработки
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Оборудование и автоматизация химических производств
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр: 3</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ Часов по рабочему учебному плану: 144 ч
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	Дифференцированный зачёт: 3 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра базового учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля: «Экстракция: общие сведения. Равновесие в процессах экстракции»; «Кинетические закономерности и технологические схемы экстракции.»; «Аппаратурное оформление процессов экстракции»; «Растворение твёрдых тел». В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				Зачёт
	ТК		ПК		
	С	ТО	ПЗ	Т/КР	
В результате освоения дисциплины студент:					
<b>Знает:</b>					
- основы теории протекающих технологических процессов экстракции в аппаратах химической промышленности и нефтегазопереработки с участием сложных жидких и гетерогенных систем	С				ТВ
- принцип действия экстракционных аппаратов химической промышленности и нефтегазопереработки;	С	ТО			ТВ
- промышленности и нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем					
- методы технологических расчётов экстракционных аппаратов химической промышленности и нефтегазопереработки с участием сложных жидких и гетерогенных систем для обеспечения высокой производительности и качества продукции	С	ТО			ТВ
<b>Умеет:</b>					
- выполнять технологические расчёты экстракционных аппаратов химической промышленности и нефтегазопереработки с участием сложных жидких и гетерогенных систем			ПЗ		ПЗ
<b>2.2.</b> пользоваться технической и нормативной документацией			ПЗ		ПЗ
<b>Владеет:</b>					
- навыками решения практических задач, связанных с выбором условий проведения химико-технологических процессов в экстракционных системах					ПЗ
- навыками расчёта и выбора экстракционных аппаратов в химической промышленности и нефтегазопереработки для решения конкретных производственных задач					ПЗ
- навыками работы с технической документацией на экстракционные аппараты химической промышленности и нефтегазопереработки, работы со справочной и научно-технической литературой					ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретённых владений осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и сдаче зачёта.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачёта, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учёбе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчётов по практическим заданиям, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретённых владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты практических работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита практических занятий**

Всего запланировано 5 тем практических занятий. Типовые темы ПЗ приведены в РПД.

Защита ПЗ проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 4 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

#### **Типовые задания первой КР:**

1. X–У диаграмма и треугольные диаграммы равновесия. Принципы построения треугольных диаграмм.
2. Материальный баланс процесса экстракции. Изображение материального баланса на треугольной диаграмме.
3. Рассчитать необходимое число ступеней контактирования и высоты зоны контактирования фаз.
4. Рассчитать многократную противоточную экстракцию на У-Х - диаграмме

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Кинетические закономерности экстракции. Влияние различных факторов (температуры, интенсивности перемешивания фаз и др.) на скорость экстракции.
2. Изобразить схему экстракции периодического действия.
3. Изобразить схему экстракции непрерывного действия.
4. Изобразить процесс экстракции на диаграмме У-Х диаграмме.

#### **Типовые задания третьей КР:**

1. Описать работу экстракционного аппарата периодического действия.
2. Расчёт однократной экстракции.
3. Расчёт многократной экстракции.
4. Расчёт многократной противоточной экстракции с помощью У-Х диаграммы.
5. Влияние на экстракцию центробежных и различных физических сил.

#### **Типовые задания четвёртой КР:**

1. Положительный и отрицательный температурный коэффициент растворимости.
2. Диаграммы растворимости бинарных и многокомпонентных систем. Явления высаливания и всаливания.
3. Кинетика процесса растворения. Механизм и движущая сила процесса. Основные факторы, влияющие на скорость растворения (температура, степень измельчения твёрдых тел, гидродинамические условия и др.).
4. Механизм и кинетика выщелачивания. Основные факторы, влияющие на скорость и селективность выщелачивания (температура, степень измельчения, гидродинамические условия, химический состав растворителя и др.).
5. Описать одноступенчатую схему растворения (выщелачивания).
6. Описать многоступенчатую схему растворения (выщелачивания).
7. Схемы растворения (выщелачивания) периодического и непрерывного действия.
8. Изображение процессов растворения и выщелачивания на У-Х диаграмме.
9. Основное технологическое оборудование процессов растворения и выщелачивания.

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

##### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачёта по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретённых владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачёта по дисциплине**

Типовые вопросы для **контроля усвоенных знаний:**

1. Влияние различных факторов (температуры, интенсивности перемешивания фаз и др.) на скорость экстракции.

2. Положительный и отрицательный температурный коэффициент растворимости. Диаграммы растворимости бинарных и многокомпонентных систем. Явления высаливания и всаливания.

3. Механизм и кинетика выщелачивания. Основные факторы, влияющие на скорость и селективность выщелачивания (температура, степень измельчения, гидродинамические условия, химический состав растворителя и др.).

Типовые вопросы и практические задания для **контроля усвоенных умений:**

1. Провести расчет необходимого числа ступеней контактирования и высоты зоны контактирования фаз.

2. Провести технологический расчет процесса экстракции, в аппаратах смешительно-отстойного типа.

3. Составить материальный баланс экстракции.

Типовые комплексные задания для **контроля приобретенных владений:**

1. Провести расчет требуемых размеров экстрактора непрерывного действия колонного типа.

2. Произвести расчёт требуемой длительности процессов растворения и выщелачивания на примере различных видов минерального сырья (сильвинита и карналлита).

3. Выбрать наиболее эффективное экстракционное оборудование для очистки нефтяных масел от асфальтеновых примесей основе анализа технической документацией.

##### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачёта**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня

сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачёте считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учётом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачёта используются типовые критерии, приведённые в общей части ФОС образовательной программы.