

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

« 29 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Основы теории гетерогенных систем
(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

Цель - формирование комплекса знаний умений и навыков в области специфических свойств гетерогенных систем, образующихся в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности.

Задачи:

- изучение условий образования и разрушения гетерогенных систем в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности;
- формирование умения производить выбор оптимальных условий образования и разрушения гетерогенных систем в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности;
- формирование навыков определения и расчета важнейших характеристик гетерогенных систем и их изменений в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- гетерогенные системы, образующиеся в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности;
- физико-химические процессы, протекающие в гетерогенных системах (адгезия, когезия, адсорбция, капиллярные явления, структурообразование и др.).
- технологические расчеты наиболее распространенных процессов образования и разрушения гетерогенных систем 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 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 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 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
Предмет и задачи курса «Основы теории гетерогенных систем». Классификация гетерогенных систем. Роль гетерогенных систем в процессах химической технологии и нефтегазопереработки.				
Поверхность раздела фаз и поверхностные явления	2	0	12	16
Тема 1. Термодинамика поверхностного слоя, поверхностное натяжение. Смачивание и растекание. Краевой угол смачивания. Закон Юнга. Адгезия, когезия и аутогезия. Закон Дюпре-Юнга. Капиллярные явления, законы Лапласа и Томсона-Кельвина. Капиллярное поднятие жидкостей, формула Жюрена. Тема 2. Поверхностные явления. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Классификация ПАВ. Влияние ПАВ на смачивание и адгезию, применение в технике. Адсорбция. Физико-химические основы адсорбции на гладких поверхностях. Закон Генри, уравнения Ленгмюра, Фрейндлиха, теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Адсорбция на пористых телах. Основные характеристики адсорбентов, способы их получения.				
Образование и получение гетерогенных систем Л – ПЗ – 6 СРС –	1	0	6	16
Тема 3. Методы получения гетерогенных систем. Метод диспергирования и дезагрегации. Способы интенсификации процесса. Эффект Ребиндера. Тема 4. Гипотезы диспергирования твердых материалов. Уравнения Ребиндера, Риттингера, Кика-Кирпичева.				
Раздел 3. Конденсационно-кристаллизационный методы получения гетерогенных систем	1	0	8	34
Тема 5. Гомогенное зародышеобразование новой фазы. Уравнение Кельвина-Томсона. Энергия Гиббса образования новой фазы. Тема 6. Гетерогенное зародышеобразование новой фазы. Теории процесса зародышеобразования. Тема 7. Термодинамика и кинетика зародышеобразования новой фазы. Две стадии образования и роста новой фазы. Тема 8. Кинетика роста новой фазы. Теории роста новой фазы.				

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 4. Реология гетерогенных систем	1	0	8	34
Тема 9. Основные понятия и законы реологии. Аксиомы и идеальные модели реологии. Тема 10. Структурно-механические свойства гетерогенных систем. Свободнодисперсные и связнодисперсные системы. Основные свойства свободнодисперсных и связнодисперсных систем. Тема 11. Классификация гетерогенных систем по структурно-механическим свойствам. Коагуляционное и кристаллизационное структурообразование. Тема 12. Неньютоновские жидкости. Классификация и основные свойства. Стационарные и нестационарные жидкости. Факторы, определяющие прочность структур.				
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	Расчет скорости осаждения дисперсных частиц в жидкой и газообразной средах
2	Расчет скорости разделения гетерогенных систем методом фильтрования через пористые перегородки
3	Расчет скорости разделения гетерогенных систем в поле центробежных сил
4	Расчет процесса адсорбции на пористых телах
5	Расчет скорости псевдооживления гетерогенных систем Расчет скорости псевдооживления гетерогенных систем
6	Расчет работы измельчения твердых тел
7	Расчет скорости зародышеобразования новой фазы
8	Расчет скорости роста кристаллов при массовой кристаллизации солей из растворов
9	Расчет интегрального и дифференциального распределения частиц полидисперсного материала по размерам
10	Расчет прочности коагуляционных и конденсационных структур
11	Расчет основных реологических характеристик неньютоновских жидкостей

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
1. Основная литература		
1	Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - Москва: Альянс, 2018.	10
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Загидуллин С.Х. Физикохимия гетерогенных систем (избранные главы) : конспект лекций / С.Х. Загидуллин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	14
2	Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - Москва: Альянс, 2014.	49

3	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. - М.: Альянс, 2006.	8
4	Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. - Москва: Альянс, 2009.	20
5	Щукин Е. Д. Коллоидная химия : учебник для вузов / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - Москва: Высш. шк., 2004.	113
2.2. Периодические издания		
1	Журнал прикладной химии / Российская академия наук. Отделение химии и наук о материалах. - Санкт-Петербург: Наука, 1928 - .	
2	Коллоидный журнал : журнал физикохимии поверхностных явлений и дисперсных систем / Российская академия наук. - Москва: Наука, 1935 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	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

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Загидуллин С.Х. Физикохимия гетерогенных систем (избранные главы) : конспект лекций / С.Х. Загидуллин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks104740	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - Москва: Альянс, 2018.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks199728	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)

Вид ПО	Наименование ПО
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)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система ЮРАЙТ	https://biblio-online.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

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
«Основы теории гетерогенных систем»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.04.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы:	Машины, аппараты химических производств и нефтегазопереработки
Квалификация выпускника:	Магистр
Выпускающая кафедра:	Оборудование и автоматизация химических производств
Форма обучения:	Очная
Курс: 2	Семестр: 3
Трудоёмкость:	Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.
Форма промежуточной аттестации:	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 учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля: «Поверхность раздела фаз и поверхностные явления»; «Образование и получение гетерогенных систем»; «Конденсационно-кристаллизационный методы получения гетерогенных систем»; «Реология гетерогенных систем». В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный
	С	ТО	ПЗ	Т/КР	Зачёт
Знает:					
- основы теории протекающих технологических процессов в реакторах и аппаратах химической промышленности и нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем	С	ТО			ТВ
- принцип действия реакторов и аппаратов химической промышленности и нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем	С	ТО			ТВ
- методы технологических расчётов реакторов и аппаратов химической промышленности и нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем для обеспечения высокой производительности и качества продукции	С	ТО			ТВ
Умеет:					
- выполнять технологические расчёты реакторов и аппаратов химической промышленности и нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем			ПЗ	КР	ПЗ
- пользоваться технической и нормативной документацией			ПЗ	КР	ПЗ
Владеет:					
- навыками решения практических задач, связанных с выбором условий проведения химико-технологических процессов в гетерогенных системах			ПЗ	КР	КЗ
- навыками расчета и выбора реакторов и аппаратов в химической промышленности и нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем для решения конкретных производственных задач			ПЗ	КР	КЗ
- навыками работы с технической документацией на реакторы и аппараты химической промышленности и нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем, работы со справочной и научно-технической литературой			ПЗ		КЗ

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

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретённых владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при

изучении теоретического материала, сдаче отчётов по лабораторным работам и дифференцированного 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 занятиям, 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 заданий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических занятий

Всего запланировано 11 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 каждого учебного модуля дисциплины.

Типовые задания первой КР:

1. Закон Юнга. Адгезия, когезия и аутогезия.
2. Закон Дюпре-Юнга.
3. Капиллярные явления, законы Лапласа и Томсона-Кельвина.
4. Классификация ПАВ.
5. Закон Генри, уравнения Ленгмюра,
6. Фрейндлиха, теория полимолекулярной адсорбции БЭТ.

Типовые задания второй КР:

1. Методы получения гетерогенных систем. Метод диспергирования и дезагрегации. Способы интенсификации процесса. Эффект Ребиндера.
2. Гипотезы диспергирования твёрдых материалов. Уравнения Ребиндера, Риттингера, Кика-Кирпичёва.

Типовые задания третьей КР:

1. Уравнение Кельвина-Томсона. Энергия Гиббса образования новой фазы.
2. Гетерогенное зародышеобразование новой фазы. Теории процесса зародышеобразования.
3. Термодинамика и кинетика зародышеобразования новой фазы. Две стадии образования и роста новой фазы.
4. Кинетика роста новой фазы. Теории роста новой фазы.

Типовые задания четвёртой КР:

1. Аксиомы и идеальные модели реологии.
2. Структурно-механические свойства гетерогенных систем.
3. Свободнодисперсные и связнодисперсные системы. Основные свойства свободнодисперсных и связнодисперсных систем.
4. Классификация гетерогенных систем по структурно-механическим свойствам.
5. Коагуляционное и кристаллизационное структурообразование.
6. Неньютоновские жидкости. Классификация и основные свойства. Стационарные и нестационарные жидкости.
7. Факторы, определяющие прочность структур.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная защита всех

практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта. Зачёт по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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. Основы теории протекающих технологических процессов в реакторах и аппаратах химической промышленности и нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем.
2. Принцип действия реакторов и аппаратов химической промышленности и нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем.
3. Методы технологических расчетов реакторов и аппаратов химической промышленности и нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем для обеспечения высокой производительности и качества продукции.

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Выполнять технологические расчеты реакторов и аппаратов химической промышленности и нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем;
2. Пользоваться технической и нормативной документацией.

Типовые комплексные задания для контроля приобретённых владений:

1. Решить практическую задачу, связанную с выбором условий проведения химико-технологических процессов в гетерогенных системах.
2. Рассчитать и выбрать реактор и аппарат для химической промышленности или нефтегазопереработки с участием гетерогенных систем.
3. С помощью технической и справочной документации, а также научно-технической литературы осуществить сравнительный анализ различных реакторов (аппаратов) химической промышленности или нефтегазопереработки, в которых протекают процессы с участием гетерогенных систем.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачёте

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 дисциплинарных компетенций

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

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путём агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом 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 магистерской программы.

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