

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
НТИ (филиал) СКФУ
_____ В.В. Кузьменко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Химические реакторы
(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки **18.03.01 Химическая технология**
Направленность (профиль) **Химическая технология неорганических веществ**
Квалификация выпускника **бакалавр**
Форма обучения **заочная**
Год начала обучения **2020**
Изучается в **8** семестре

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология путем изучения основных принципов устройства и функционирования различных реакторных устройств, используемых в химической технологии неорганических веществ, теоретических основ проектирования химических реакторов в зависимости от протекающего химического процесса, наличия катализатора и используемых технологических параметров.

Основные задачи изучения дисциплины "Химические реакторы" состоят в усвоении студентами:

- основных закономерности протекания химических процессов и выбора оптимальных параметров;
- принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов;
- выборе конструкции реакторов и технологии с учетом экологических последствий их применения;
- организации профилактических осмотров и текущих ремонтов оборудования;
- подготовке оборудования к ремонту и приему оборудования из ремонта;
- методов ремонта оборудования.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части образовательной программы бакалавриата, в учебном плане она имеет индекс Б1.Б.06. Освоение дисциплины происходит в 8 семестре и заканчивается сдачей экзамена.

3. Связь с предшествующими дисциплинами (модулями)

Математика

Физика

Общая и неорганическая химия

Информатика

Процессы и аппараты химической технологии

Общая химическая технология

Органическая химия

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Моделирование химико-технологических процессов

4. Связь с последующими дисциплинами (модулями)

Химическая технология синтетических биологически активных веществ

Государственный экзамен

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

5.1 Наименование компетенций

Код	Формулировка
ПК-4	способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК-7	способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта
ПК-8	готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования

5.2 Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Знать: технические решения при разработке технологических процессов; технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	ПК-4
Знать: технические условия эксплуатации различных реакторных устройств, используемых в химической технологии неорганических веществ;	ПК-7
Знать: эксплуатацию вновь вводимого оборудования	ПК-8

Уметь: выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	ПК-4
Уметь: проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования;	ПК-7
Уметь: осваивать и эксплуатировать вновь вводимое оборудование	ПК-8
Владеть: способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов	ПК-4
Владеть: методами оценки и анализа работы реакторного оборудования;	ПК-7
Владеть: готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	ПК-8

6. Объем учебной дисциплины (модуля)

	Астр. часов	3.е
Объем занятий: Итого	135.00	5.00
В том числе аудиторных	9.00	
Из них:		
Лекций	6.00	
Лабораторных работ	-	
Практических занятий	3.00	
Самостоятельной работы	119.25	
Экзамен	8 семестр	6.75

7. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

7.1 Тематический план дисциплины (модуля)

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
8 семестр							
1	Общие сведения о химических реакторах.	ПК-4	1.50	1.50			119.25
2	Моделирование химических реакторов.	ПК-4	-	-			
3	Распределение времени пребывания в проточных реакторах.	ПК-4	-	-			
4	Кинетика и макрокинетика химических процессов.	ПК-4	-	-			
5	Теплоперенос в химических реакторах.	ПК-4	-	1.50			
6	Промышленные химические реакторы.	ПК-7 ПК-8	1.50	-			
7	Эксплуатация химических реакторов.	ПК-7 ПК-8	1.50	-			
8	Проектирование химических реакторов.	ПК-7 ПК-8	1.50	-			

9	Подготовка к экзамену					1.50	6.75
	ИТОГО за 8 семестр		6.00	3.00		1.50	126.00
	ИТОГО		6.00	3.00		1.50	126.00

7.2 Наименование и содержание лекций

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
8 семестр			
1	Общие сведения о химических реакторах. 1. Классификация химических аппаратов и режимов их работы. 2. Влияние условий процесса на выбор конструкционных материалов. 3. Требования, предъявляемые к реакторам. 4. Конструкции реакторов. Влияние параметров на конструкцию реакторов. 5. Технологические показатели работы химических реакторов.	1.50	
2	Моделирование химических реакторов. 1. Структура математической модели химического реактора. 2. Уравнения материального баланса для элементарного объема проточного химического реактора. 3. Общий вид математической модели химического реактора. 4. Математические модели химических реакторов с идеальной структурой потока. 5. Химические реакторы с неидеальной структурой потока. 6. Причины отклонений от идеальности в проточных реакторах. 7. Требования к моделям реакторов с неидеальной структурой потока. 8. Ячеечная модель. 9. Одно- и двухпараметрическая диффузионная модели.	-	
3	Распределение времени пребывания в проточных реакторах. 1. Дифференциальная и интегральная функции распределения времени пребывания. 2. Экспериментальное изучение функций распределения. 3. Функции распределения времени пребывания в идеальных проточных реакторах. 4. Функции распределения времени пребывания в неидеальных проточных реакторах. 5. Распределение времени пребывания для разных моделей идеальных реакторов. 6. Ячеечная модель (каскад реакторов идеального смешения). 7. Диффузионная модель. 8. Применение функций распределения времени пребывания при расчете химических реакторов.	-	
4	Кинетика и макрокинетика химических процессов. 1. Скорость химической реакции. 2. Простые и сложные реакции. 3. Влияние факторов на скорость химических реакций. 4. Влияние различных факторов на дифференциальную селективность. 5. Макрокинетика гетерогенных некаталитических процессов.	-	

	<p>6. Макрокинетика в системе газ–твердое. 7. Определение лимитирующей стадии. 8. Макрокинетика в системе газ–жидкость. 9. Макрокинетика гетерогенных каталитических процессов. 10. Области протекания химической реакции. 11. Учет влияния внутренней диффузии. 12. Степень использования внутренней поверхности катализатора.</p>		
5	<p>Теплоперенос в химических реакторах. 1. Тепловые режимы химических реакторов. Уравнение теплового баланса. 2. Проточный реактор идеального смешения в неизотермическом режиме. 3. Совместное решение уравнений материального и теплового балансов для стационарного адиабатического реактора идеального смешения. 4. Способы увеличения степени превращения реагентов. 5. Тепловая устойчивость реактора. Понятие устойчивости. 6. Точки стационарности процесса. 7. Параметрическая чувствительность. 8. Условия стационарности и устойчивости реактора. 9. Оптимальный температурный режим и способы его осуществления.</p>	-	
6	<p>Промышленные химические реакторы. 1. Реакторы для проведения гомогенных реакций. 2. Реакторы для проведения гомогенных реакций в газовой фазе. 3. Реакторы с теплообменной поверхностью. 4. Реакторы для проведения гомогенных реакций в жидкой фазе. 5. Реакторы для системы газ–жидкость. Виды реакторов. 6. Реакторы с мешалками. 7. Реакторы с механическим распылением жидкости. 8. Реакционные аппараты колонного типа. 9. Реакторы типа «эрлифт». 10. Барботажный кожухотрубный реактор. 11. Реакторы для каталитических процессов. 12. Реакторы с неподвижным слоем катализатора. 13. Аксиальные аппараты. 14. Радиальные аппараты. 15. Горизонтальные реакторы. 16. Реакторы с ситчатым слоем катализатора. 17. Теплообмен в аппаратах с неподвижным слоем катализатора. 18. Основные направления совершенствования реакторов. 19. Новые конструкции реакторов для производства аммиака, карбамида, метанола.</p>	1.50	лекция-визуализация
7	<p>Эксплуатация химических реакторов. 1. Показатели качества, характеризующие основные свойства реакторов. 2. Оценка эксплуатационной надежности технологического оборудования. 3. Техническая диагностика реакторов. 4. Методы неразрушающего контроля. 5. Выбор метода диагностики. 6. Производственная эксплуатация оборудования. 7. Прием оборудования. 8. Монтаж оборудования. 9. Ввод оборудования в эксплуатацию. 10. Организация эксплуатации оборудования.</p>	1.50	лекция-визуализация

	11. Руководство по эксплуатации оборудования. 12. Техническое обслуживание оборудования. 13. Содержание и планирование работ по техническому обслуживанию. 14. Ремонт технологического оборудования. 15. Безопасная эксплуатация реакторов. 16. Важнейшие факторы, определяющие безопасность эксплуатации реакторов. 17. Поддержание параметров процесса. 18. Загрузка и выгрузка катализатора. 19. Защита от коррозии. 20. Методы и средства взрывозащиты химических реакторов. 21. Обеспечение пожарной безопасности реакторов.		
8	Проектирование химических реакторов. 1. Основные стадии проектирования химического оборудования. 2. Виды конструктивных документов. 3. Данные для расчета, конструирования и выбора реакционного оборудования. 4. Системы автоматизированного проектирования. 5. Расчет материального и теплового балансов реактора. 6. Стехиометрическая модель. 7. Равновесная модель. 8. Кинетическая модель. 9. Технологический расчет реакторов. 10. Расчет объема реактора, высоты, диаметра штуцеров. 11. Гидравлические расчеты. Расчет гидравлического сопротивления слоя катализатора.	1.50	лекция-визуализация
Итого за семестр		6.00	
Итого		6.00	

7.3 Наименование лабораторных работ

№ Темы дисциплины	Наименование тем лабораторных работ	Объем часов	Интерактивная форма проведения
-------------------	-------------------------------------	-------------	--------------------------------

Этот вид занятия планом не предусмотрен

7.4 Наименование практических занятий

№ Темы дисциплины	Наименование тем практических занятий	Объем часов	Интерактивная форма проведения
8 семестр			
Тема 1. Общие сведения о химических реакторах.			
1	Практическое занятие №1. Расчет основных показателей работы реакторов.	1.50	Решение типовых задач
Тема 5. Теплоперенос в химических реакторах.			
7	Практическое занятие №4. Тепловой расчет реакторов. Составление теплового баланса реакционной печи паровой конверсии природного газа. Расчет количества горелок для подвода теплоты.	1.50	Решение типовых задач
Итого за семестр		3.00	
Итого		3.00	

7.5 Технологическая карта самостоятельной работы обучающихся

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
8 семестр						
ПК-4 ПК-7 ПК-8	Подготовка к практическому занятию	Отчет	Собеседование	0,57	0,03	0,60
ПК-4 ПК-7 ПК-8	Самостоятельное изучение литературы	Конспект	Собеседование	112,72	5,93	118,65
ПК-4 ПК-7 ПК-8	Подготовка к экзамену	Экзамен	Вопросы к экзамену	5,25	1,5	6,75
Итого за семестр				118,54	7,46	126,00
Итого				118,54	7,46	126,00

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП ВО. Паспорт фонда оценочных средств

Код оцениваемой компетенции	Этап формирования компетенции (№темы)	Наименование оценочного средства	Вид контроля, аттестация	Тип контроля	Средства и технологии оценки
ПК-4	1 2 3 4 5	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования
		Вопросы к экзамену	Промежуточный	Устный	Экзамен
ПК-7	6 7 8	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования
		Вопросы к экзамену	Промежуточный	Устный	Экзамен
ПК-8	6 7 8	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования
		Вопросы к экзамену	Промежуточный	Устный	Экзамен

8.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Дескрипторы			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
ПК-4					
Базовый	Знать технические решения при разработке технологических процессов; технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Поверхностные знания об основных технических решениях при разработке технологических процессов; о технических средствах и технологиях с учетом экологических последствий их применения;	Неполные представления об основных технических решениях при разработке технологических процессов; о технических средствах и технологиях с учетом экологических последствий их	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных технических решениях при разработке технологических процессов; о технических средствах и технологиях с учетом	

			применения;	экологических последствий их применения;	
	Уметь выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Фрагментарное использование умений выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;	В целом успешное, но не систематическое использование умений выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умений выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;	
	Владеть способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов	Не всегда проявляет способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов	Не систематическое владение способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов	
Повышенный	Знать технические решения при разработке технологических процессов; технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения				Сформированные систематические представления об основных технических решениях при разработке технологических процессов; о технических средствах и технологиях с учетом экологических последствий их применения;
	Уметь выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения				Сформированные умения выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;
	Владеть способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов				Успешное и систематическое владение способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов
ПК-7					
Базовый	Знать технические условия эксплуатации различных реакторных устройств, используемых в химической технологии неорганических веществ;	Имеет поверхностные знания технических условий эксплуатации различных реакторных устройств, используемых в химической технологии неорганических веществ;	Слабо знает технические условия эксплуатации различных реакторных устройств, используемых в химической технологии неорганических веществ;	Знает, но иногда путается в технических условиях эксплуатации различных реакторных устройств, используемых в химической технологии неорганических	

				веществ;	
	Уметь проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования;	Затрудняется проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования;	Умеет проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования;	Хорошо умеет проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования;	
	Владеть методами оценки и анализа работы реакторного оборудования;	Не владеет методами оценки и анализа работы реакторного оборудования; - приемами подготовки оборудования к ремонту.	Слабо владеет методами оценки и анализа работы реакторного оборудования;	Владеет методами оценки и анализа работы реакторного оборудования;	
	Описание				
Повышенный	Знать технические условия эксплуатации различных реакторных устройств, используемых в химической технологии неорганических веществ;				Отлично знает технические условия эксплуатации различных реакторных устройств, используемых в химической технологии неорганических веществ;
	Уметь проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования;				Отлично умеет проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования;
	Владеть методами оценки и анализа работы реакторного оборудования;				Отлично владеет методами оценки и анализа работы реакторного оборудования.
ПК-8					
Базовый	Знать эксплуатацию вновь вводимого оборудования	Поверхностные знания об эксплуатации вновь вводимого оборудования	Не достаточно полные знания об эксплуатации вновь вводимого оборудования	Знает эксплуатацию вновь вводимого оборудования	
	Уметь осваивать и эксплуатировать вновь вводимое оборудование	Затрудняется в освоении и эксплуатации вновь вводимое оборудование	Удовлетворительно умеет осваивать и эксплуатировать вновь вводимое оборудование	Хорошо умеет осваивать и эксплуатировать вновь вводимое оборудование	
	Владеть готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	Очень низкая готовность осваивать и эксплуатировать вновь вводимое оборудование	Недостаточно полная готовность осваивать и эксплуатировать вновь вводимое оборудование	Владеет готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	
	Описание				
Повышенный	Знать эксплуатацию вновь вводимого оборудования				Отлично знает эксплуатацию вновь вводимого оборудования
	Уметь осваивать и эксплуатировать вновь вводимое оборудование				На высоком уровне умеет осваивать и эксплуатировать вновь вводимое оборудование

Владеть готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования				Владеет высокой готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования
--	--	--	--	--

Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену (8 семестр)

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Базовый

Знать

1. Какие признаки могут быть положены в основу классификации химических реакторов? Приведите классификацию химических аппаратов и режимов их работы.
2. Какие конструктивные материалы наиболее широко используются при изготовлении реакторов?
3. Перечислите требования, предъявляемые к реакторам.
4. Какие технологические показатели используются для оценки эффективности работы химических аппаратов?
5. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к математической модели химического реактора.
6. В чем заключается различие между действительным и средним временем пребывания реагентов в проточном реакторе? Для какого типа проточных реакторов действительное и среднее время пребывания совпадают?
7. Почему при ламинарном течении реакционного потока режим идеального вытеснения не может быть достигнут? При каких условиях можно приблизиться в реальном реакторе к идеальному вытеснению?
8. Укажите причины отклонений от идеальности в проточных реакторах.
9. Какая величина называется параметром модели реактора с неидеальной структурой потока?
10. Что такое продольная диффузия? Как она учитывается в рамках однопараметрической диффузионной модели?
11. Как рассчитывается среднее время пребывания в реакторе при использовании функции распределения?
12. Как проводится экспериментальное изучение функций распределения?
13. Какие реакции называются простыми (элементарными), формально простыми, сложными?
14. Какие факторы оказывают влияние на дифференциальную селективность?
15. Перечислите элементарные стадии гетерогенного процесса газ-твердое. Какой смысл вкладывается в понятия «кинетическая область гетерогенного процесса»?
16. Как увеличить коэффициент массоотдачи на стадии внешней диффузии?
17. Приведите основные типы реакторов, используемые для процессов в системе газ-твердое.
18. Каким образом увеличивают скорость процесса в системе газ-жидкость при протекании процесса в диффузионной области, кинетической области?
19. Что понимают под степенью использования внутренней поверхности? Какие факторы и как влияют на степень использования внутренней поверхности?
20. Какие тепловые потоки учитываются при составлении теплового баланса реактора?
21. В чем состоят принципиальные различия в условиях теплообмена для изотермического и адиабатического режимов работы реактора?
22. Сформулируйте понятие тепловой устойчивости химического реактора.
23. Дайте понятие параметрической чувствительности.
24. Какой температурный режим в реакторе является оптимальным?

25. Приведите зависимость скорости обратимой экзотермической реакции от температуры.
26. Дайте определение линии оптимальных температур.
27. Расскажите о способах теплообмена, используемых в реакторах для проведения гомогенных реакций.
28. Какие типы реакторов используются для проведения реакции в жидкой фазе?
29. От чего зависит конструкция реакторов для проведения гомогенных жидкофазных реакций?
30. Приведите классификацию реакторов для системы газ-жидкость в зависимости от способа создания поверхности контакта фаз.
31. Опишите конструкцию трехполочного реактора синтеза аммиака с аксиально-радиальным потоком газа и двумя теплообменниками, расположенными в центре реактора. Каковы преимущества этого реактора?
32. Опишите конструкцию реактора для окисления аммиака. Каковы его особенности?
33. В чем преимущества горизонтальных реакторов? В чем их недостатки?
34. Приведите показатели качества, характеризующие основные свойства реакторов.
35. Как оценивается эксплуатационная надежность технологического оборудования?

Уметь
Владеть

1. Определите условие стационарной работы непрерывного реактора при протекании экзотермической реакции?
2. Определите условие устойчивой работы непрерывного реактора при протекании экзотермической реакции?
3. Составьте уравнение материального баланса для стационарного проточного реактора идеального вытеснения.
4. Составьте математическое описание реактора, работающего в изотермическом режиме, с использованием ячеечной модели. Что служит параметром в этой модели?
5. Методы и этапы разработки проектов (в составе авторского коллектива).
6. Как определить лимитирующую стадию гетерогенного процесса в системе газ-твердое?
7. Составьте систему уравнений материального и теплового балансов для проточного реактора идеального смешения в неизотермическом режиме.
8. Составьте систему уравнений материального и теплового балансов для изотермического реактора идеального смешения.

Знать

9. Приведите функцию распределения времени пребывания в идеальных проточных реакторах (вытеснения и смешения) при импульсном вводе индикатора.
10. Приведите функцию распределения времени пребывания в идеальных проточных реакторах (вытеснения и смешения) при ступенчатом вводе индикатора.
13. Приведите конструкции реакторов без теплообменных устройств для проведения реакций в газовой фазе в присутствии твердого катализатора с неподвижным слоем.
14. Приведите конструкцию барботажных аппаратов. Каким образом подводится тепло в реактор? Для каких реакций используются такие реакторы?
15. Приведите конструкции радиальных аппаратов. Каковы преимущества и недостатки радиальных аппаратов по сравнению с аксиальными?
16. Приведите основные направления совершенствования конструкции реакторов.

Повышенный

1. Техническая диагностика реакторов. Методы неразрушающего контроля.
2. Производственная эксплуатация оборудования.
3. Ввод оборудования в эксплуатацию.
4. Организация эксплуатации оборудования. Руководство по эксплуатации оборудования.
5. Техническое обслуживание оборудования.
6. Ремонт технологического оборудования.

7. Важнейшие факторы, определяющие безопасность эксплуатации реакторов. Поддержание параметров процесса.
8. Защита от коррозии.
9. Методы и средства взрывозащиты химических реакторов.
10. Проектирование химических реакторов. Основные стадии проектирования химического оборудования.
11. Данные для расчета, конструирования и выбора реакционного оборудования.
12. Системы автоматизированного проектирования.
13. Уравнения материального баланса. Стехиометрические расчеты.
14. Термодинамический анализ. Расчет состава равновесной смеси.
15. Кинетика реакции. Практический материальный баланс.
16. Технологический расчет реакторов. Расчет объема реактора, высоты, диаметра штуцеров.
17. Гидравлические расчеты. Расчет гидравлического сопротивления слоя катализатора.

Уметь,
владеть

1. Планирование работ по техническому обслуживанию.
2. Оценка эксплуатационной надежности технологического оборудования.
3. Выбор метода диагностики химического реактора.
4. Ввод оборудования в эксплуатацию.
5. Ремонт оборудования, в том числе реакторов.
6. Обеспечение пожарной безопасности реакторов.
7. Загрузка катализатора в реактор и выгрузка его из реактора.
8. Расчет материального и теплового балансов реактора с использованием стехиометрической модели.
9. Расчет материального и теплового балансов реактора с использованием равновесной модели.

8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры - в СКФУ, Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам аспирантуры, программам ординатуры - в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются 3 вопроса, позволяющие оценить приобретенные компетенции.

Для подготовки по билету отводится 40 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором, справочными таблицами, чертежами реакторов.

При проверке практического задания, оцениваются: последовательность и рациональность выполнения.

Текущий контроль обучающихся проводится преподавателями, ведущими лабораторные и практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- Выполнение домашнего задания (контрольной работы)
- Подготовка к практическому занятию
- Самостоятельное изучение литературы

Самостоятельная работа

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, взаимосвязь тем лекций с практическими занятиями, темы и виды самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Выполнение контрольной работы	1 2 3	1 2 3	5	5 1 2 6 4
2	Подготовка к практическому занятию	1 2 3	2 3	3 4	5 3 4
3	Самостоятельное изучение литературы	1 2 3	2 3	2 3 4	6 4 3 1

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

10.1.1. Перечень основной литературы:

- 1 Кондауров, Б. П. Общая химическая технология : [Учеб. пособ] / Б.П. Кондауров, В.И. Александров, А.В. Артемов. - М. : Академия, 2005. - 336 с. - На учебнике гриф: Рек.УМО. - Библиогр.: с. 328-328. - ISBN 5-7695-1792-1
- 2 Основы проектирования химических производств : учебник / В. И. Косинцев [и др.] ; Под ред. А. И. Михайличенко. - М. : Академкнига, 2008. - 332с. - Библиогр.: с. 325. - ISBN 978-5-94628-319-9
- 3 Техническая эксплуатация и ремонт технологического оборудования Электронный ресурс : Учебное пособие / Р. С. Фаскиев [и др.]. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011. - 261 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397

10.1.2. Перечень дополнительной литературы:

- 1 Борщев, В. Я. Основы безопасной эксплуатации технологического оборудования Электронный ресурс : Учебное пособие / В. Я. Борщев. - Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. - 97 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397
- 2 Новый справочник химика и технолога. Радиоактивные вещества. Вредные вещества. Гигиенические нормативы / [Л. А. Аликбаева, М. А. Афонин, А. П. Ермолаева-Маковская и др. ; [под ред. А.В. Москвина и др.]. - Санкт-Петербург : Профessional, 2005. - 1141 с. - (Профessional). - Библиогр.: с. 1099-1100. - Указатели: с. 1101-1135. - ISBN 5-98371-025-7
- 3 Справочник азотчика. Т1: Физико-химические свойства газов и жидкостей. Производство технологических газов. Очистка технологических газов. Синтез аммиака. / Н.М.Жаворонков, И.М.Кисиль, В.М.Олевский. - 2-е изд., перераб. - М:Химия,1986. - 512с.:ил. - с494.

10.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

- 1 Математическое моделирование гидродинамических характеристик реактора Электронный ресурс : Методические указания / сост.: А. А. Гайфуллин, Ф. И. Воробьева, С. Н. Тунцева. - Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. – 36 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397
- 2 Проскурнин А.Л. Химические реакторы: методические указания для самостоятельной занятий по изучению дисциплины. Невинномысск, НТИ, 2020. – 18 с.
- 3 Расчет материального и теплового балансов : методические указания к практическим

занятиям № 2, 3 по дисциплине «Химические реакторы» для студентов направления 18.03.01 – Химическая технология /Сост. А.Л. Проскурнин / отв. ред. А.И. Свидченко. – Невинномысск, НТИ, 2020. – 25 с.

- 4 Расчет основных показателей работы реакторов : методические указания к практическому занятию № 1 по дисциплине «Химические реакторы» для студентов направления 18.03.01 – Химическая технология /Сост. А.Л. Проскурнин / отв. ред. А.И. Свидченко. – Невинномысск, НТИ, 2020. – 28 с.
- 5 Химические реакторы: методические указания по выполнению домашнего задания (контрольной работы) для студентов направления 18.03.01 – Химическая технология /Сост. А.Л. Проскурнин / отв. ред. А.И. Свидченко. – Невинномысск, НТИ, 2020. – 18 с.

10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

- 1 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
- 2 <http://ru.espacenet.com/> – Сервер Российского патентного ведомства Espacenet.
- 3 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам.
- 4 http://www.ence-gmbh.ru/rus/tech_chemical_processing_equipment.php – Химическое промышленное оборудование.
- 5 <http://www.iprbookshop.ru> - Электронная библиотечная система
- 6 <http://www.newchemistry.ru> – Аналитический портал химической промышленности «Новые химические технологии».

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов.

На практических занятиях студенты представляют расчеты, подготовленные ими в часы самостоятельной работы. На лабораторных работах представляют отчеты, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

При реализации дисциплин с применением ЭО и ДОТ материал может размещаться как в системе управления обучением СКФУ, так и в используемой в университете информационно-библиотечной системе.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1. <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
2. <http://www.iprbookshop.ru> - Электронная библиотечная система
3. <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам.
4. <http://ru.espacenet.com/> – Сервер Российского патентного ведомства Espacenet.
5. <http://www.newchemistry.ru> – Аналитический портал химической промышленности «Новые химические технологии».
6. http://www.ence-gmbh.ru/rus/tech_chemical_processing_equipment.php – Химическое промышленное оборудование.

Аудитория № 415. Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г.

Аудитория № 301. Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г.. MathWorks Mathlab. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. PTC Mathcad Prime. Договор 29-эа/14 от 08.07.2014. Учебный комплект КОМПАС-3D. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. AnyLogic 7 Educational. Договор 76-эа/14 от 12.01.2015. Microsoft Visio профессиональный 2013. Договор 130-

за/13 от 28.11.2013. Подписка Microsoft Azure DevTool for Teaching на 3 года (дата окончания 20.02.2022)
 Аудитория № 321. Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г. MathWorks Mathlab. Договор 130-за/13 от 28.11.2013. Учебный комплект КОМПАС-3D. Договор 130-за/13 от 28.11.2013. AnyLogic 7 Educational. Договор 76-за/14 от 12.01.2015. Microsoft Visio профессиональный 2013. Договор 130-за/13 от 28.11.2013. Подписка Microsoft Azure DevTool for Teaching на 3 года (дата окончания 20.02.2022)

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

<p>Аудитория № 415 «Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации»</p>	<p>Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., кафедра – 1 шт., ученический стол-парта – 17 шт., демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран, ноутбук.</p>	<p>Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г.</p>
<p>Аудитория № 301 «Компьютерный класс»</p>	<p>Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., стол компьютерный – 17 шт., АРМ с выходом в Интернет – 15 шт., стол ученический (3х-местный) – 5 шт., стул ученический – 32 шт., демонстрационное оборудование: проектор, экран, ноутбук.</p>	<p>Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г.. MathWorks Mathlab. Договор 130-за/13 от 28.11.2013. PTC Mathcad Prime. Договор 29-за/14 от 08.07.2014. Учебный комплект КОМПАС-3D. Договор 130-за/13 от 28.11.2013. AnyLogic 7 Educational. Договор 76-за/14 от 12.01.2015. Microsoft Visio профессиональный 2013. Договор 130-за/13 от 28.11.2013. Подписка Microsoft Azure DevTool for Teaching на 3 года (дата окончания 20.02.2022)</p>
<p>Аудитория № 410 «Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования»</p>	<p>Набор инструментов для профилактического обслуживания учебного оборудования, комплектующие для компьютерной и офисной техники</p>	
<p>Аудитория № 321 «Помещение для самостоятельной работы обучающихся»</p>	<p>Доска меловая –1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., стол одностумбовый – 1 шт., стол ученический (3х-местный) – 4 шт.,</p>	<p>Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013. Дата</p>

	<p>стул офисный – 27 шт., стол компьютерный – 12 шт., АРМ с выходом в Интернет – 11 шт., шкаф для документов – 3 шт., шкаф офисный – 1 шт., демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран, ноутбук.</p>	<p>начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г. MathWorks Mathlab. Договор 130-за/13 от 28.11.2013. Учебный комплект КОМПАС-3D. Договор 130-за/13 от 28.11.2013. AnyLogic 7 Educational. Договор 76-за/14 от 12.01.2015. Microsoft Visio профессиональный 2013. Договор 130-за/13 от 28.11.2013. Подписка Microsoft Azure DevTool for Teaching на 3 года (дата окончания 20.02.2022)</p>
--	---	---

13. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,

- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,

- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.