

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М.Д. Миллионщикова



« 02 » 09 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**«ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ НЕФТЕХИМИИ»**

**Направление подготовки**  
18.03.01 «Химическая технология»

**Направленность (профиль)**  
«Химическая технология органических веществ»

**Квалификация**

*бакалавр*

**Год начала подготовки**

2021

Грозный – 2021

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью преподавания дисциплины** «Химические реакторы нефтехимии» является изучение студентами основ проектирования, расчета и конструкции химических реакторов, изучение влияния различных факторов на конструкцию реакторов, ознакомление с классификацией химических реакторов, с особенностями аппаратурно-технологического оформления и конструкцией реакторов основных процессов органического и нефтехимического синтеза.

**Задачами преподавания дисциплины** «Химические реакторы нефтехимии» являются:

- дать студентам определенный минимум необходимых теоретических основ и практических навыков по дисциплине «Химические реакторы нефтехимии»;
- получение знаний по проектированию, расчету и конструкции химических реакторов процессов нефтехимического и органического синтеза;
- изучение теоретических основ и особенностей аппаратурно-технологического оформления и конструкций реакторов основных процессов нефтехимической промышленности.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Для изучения курса требуется знание:

математики; информатики; физики; безопасности жизнедеятельности; общей и неорганической химии; органической химии; аналитической химии и ФХМА; физической химии; коллоидной химии; экологии; поверхностные явления в НДС; химии нефти и газа; технической термодинамики и теплотехники; метрологии, стандартизации и сертификации; современные методы приготовления и методы анализа товарных продуктов нефтехимического синтеза; гидравлики; инженерная графика; прикладная механика; процессов и аппаратов химической технологии; основы производства катализаторов органического синтеза; общей химической технологии; электротехника и промэлектроника; системы управления химико-технологическими процессами; информационных технологий в нефтехимической отрасли; основ изобретательской деятельности и патентования; теории химико-технологических процессов органического синтеза; химической переработки углеводородных газов; химической технологии мономеров и полупродуктов органического синтеза; топливно-энергетический комплекс; технологии переработки нефти; основы промышленной экологии; химической технологии органических веществ, химической технологии переработки газа и получения из них топлива.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является дисциплиной, читаемой одновременно с курсами следующих дисциплин: моделирования химико-технологических процессов; химическая технология производства полиолефинов; основ научных исследований в нефтехимии; химической технологии органических веществ, химической технологии переработки газа и получения из них топлива.

Данный курс является дисциплиной, предшествующей курсам следующих дисциплин: проектирования предприятий нефтехимической отрасли; УИРС, производство ПАВ; технология производства эластомеров и высокомолекулярных соединений; оборудования высокотемпературных процессов; перспективных направлений переработки углеводородов в нефтехимии

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
<b>Универсальные</b>		
УК-1	<p><b>УК-1.1.</b> Выбирает источники информации, адекватные поставленным задачам.</p> <p><b>УК-1.2.</b> Демонстрирует умение осуществлять поиск информации и рассматривать различные точки зрения для решения поставленных задач.</p>	<p><b>Знать</b> необходимые для осуществления профессиональной деятельности источники информации;</p> <p>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-2	<p><b>ОПК-2.1.</b> Использует различные методы, способствующие решению задач профессиональной деятельности</p> <p><b>ОПК - 2.2.</b> Изучает математические методы, применяемые в химической технологии</p> <p><b>ОПК-2.3.</b> Анализирует химические и физико-химические способы для решения профильных задач.</p>	<p><b>Знать</b> современные технические средства и информационные технологии, используемые при решении задач в области проектирования, моделирования, расчета и подбора химических реакторов для процессов нефтехимического синтеза;</p> <p><b>Уметь</b> анализировать способы расчета и типов конструкций реакторов, применяемых в нефтехимическом синтезе;</p> <p><b>Владеть</b> методами анализа конструкций и подбора реакторов для процессов нефтехимии на основе применения информационно-коммуникационных технологий</p>
<b>Профессиональные</b>		
ПК-2	<p><b>ПК-2.3.</b> Осуществляет оперативное управление технологическим объектом.</p> <p><b>ПК-2.6.</b> Повышает эффективность работы технологического оборудования объекта</p>	<p><b>Знать</b> конструкции реакторов современных процессов нефтехимического комплекса, методы и современные информационные технологии для оперативного управления технологическим процессом, пакеты прикладных программ для расчета и регулирования технологических параметров реакторного оборудования;</p> <p><b>Уметь</b> использовать пакеты прикладных программ для расчета и оперативного управления технологическими параметрами</p>

		реакторного оборудования; <b>Владеть</b> методами конструирования, проектирования и моделирования современных реакторов нефтехимических процессов, повышающих эффективность технологии разрабатываемого процесса. Владеть знаниями и навыками освоения и эксплуатации вновь вводимых реакторов.
--	--	--

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов/зач.ед.		Семестры	
	ОФО	ОЗФО	7	9
			ОФО	ОЗФО
<b>Контактная работа (всего):</b>	<b>68/1,88</b>	<b>27/0,75</b>	68/1,88	<b>27/0,75</b>
В том числе:				
Лекции	34/0,94	9/0,25	34/0,94	9/0,25
Практические занятия	34/0,94	18/0,50	34/0,94	18/0,50
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>76/2,12</b>	<b>117/3,25</b>	76/2,12	<b>117/3,25</b>
<b>В том числе:</b>				
Рефераты	15/0,42	35/0,97	15/0,42	35/0,97
Презентации	5/0,14	10/0,28	5/0,14	10/0,28
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Подготовка к лабораторным работам		-		-
Подготовка к практическим занятиям	28/0,78	36/1	28/0,78	36/1
Подготовка к зачету	28/0,78	36/1	28/0,78	36/1
<b>Вид отчетности</b>	Зач.	Зач.	Зач.	Зач.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
	<b>ВСЕГО в зачетных единицах</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лекционных занятий	Часы лабораторных занятий	Часы практических занятий	Всего часов
<b>9 семестр</b>					
1.	Классификация оборудования и процессов нефтехимической отрасли. Классификация химических реакторов. Факторы. Основные требования к реакторам	2	-	2	4
2	Факторы, влияющие на конструкцию химических реакторов. Основные требования к реакционным аппаратам. Методы расчета реакторов. Основные требования к промышленным реакторам.	4	-	4	8
3.	Выбор технологического оборудования химических производств. Основные типы химических реакторов (непрерывного действия, периодического действия, полупериодического действия. Реакторы идеального вытеснения. Реакторы полного смешения. Изотермический, адиабатический, политропический реактора)	6	-	6	12
4.	Реакторы для проведения гомогенных реакций в газовой фазе. Реакторы для проведения гомогенных и гетерофазных реакций в жидкой фазе.	4	-	4	8
5	Конструкция реакторов для проведения газожидкостных процессов. Барботажные реакторы, механические реакторы, пленочные реакторы для проведения реакций в системе газ-жидкость	6	-	6	12
6.	Основные типы каталитических реакторов, применяемые в нефтехимическом синтезе. Конструкция реакторов для проведения гетерогенно-каталитических процессов в нефтехимии.	6	-	6	12

7.	Реакторы со стационарным, подвижным, движущимся и псевдооживленным слоем для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором в нефтехимическом синтезе	6	-	6	12
		<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>68</b>

## 5.2. Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Классификация оборудования и процессов. Классификация химических реакторов. Факторы. Основные требования к реакторам	Классификация оборудования и процессов химической и нефтехимической технологии. Классификация химических реакторов и оборудования по различным признакам (по организации потока, по гидродинамическому и тепловому режимам, по агрегатному состоянию реагентов, по наличию и состоянию катализатора, по конструктивному признаку. Факторы, влияющие на конструкцию химических реакторов (режим, кинетика, теплообмен, перемешивание, хим. свойства веществ, непрерывность или периодичность, наличие катализатора, его состояние и т. д.). Основные требования к промышленным реакционным аппаратам.
2	Факторы, влияющие на конструкцию химических реакторов. Основные требования к реакционным аппаратам. Методы расчета реакторов. Основные требования к промышленным реакторам.	Реакторы в органической технологии. Основные факторы, влияющие на конструкцию реакторов. Методы и последовательность расчета оборудования (реакторов).
3	Выбор технологического оборудования химических производств. Основные типы химических реакторов (непрерывного действия, периодического действия, полупериодического действия. Реакторы идеального вытеснения. Реакторы полного смешения. Изотермический, адиабатический, политропический реактора)	Критерии выбора оптимальной конструкции реактора для проведения хим. процесса. Основные типы хим. реакторов и их конструкция. Реактора непрерывных, периодических и полунепрерывных процессов. Изменение концентрации веществ в реакторах. Реакторы полного вытеснения (однотрубный и многотрубный). Конструкция реакторов полного смешения (одноступенчатый. Вертикальный многоступенчатый, многосекционный горизонтальный, батарея аппаратов смешения. Особенности реакторов изотермического, адиабатического, политропического.

4	Реакторы для проведения гомогенных реакций в газовой фазе. Реакторы для проведения гомогенных и гетерофазных реакций в жидкой фазе.	Конструкция реакторов для проведения гомогенных процессов. Реактора с мешалкой (реактора алкилирования, окисления, разложения ГПИПБ). каскад реакторов с турбинными мешалками; реактор с вращающимся внутренним барабаном; пленочный реактор). Реакторы процессов получения высокомолекулярных соединений.
5	Конструкция реакторов для проведения газожидкостных процессов. Барботажные реакторы, механические реакторы, пленочные реакторы для проведения реакций в системе газ-жидкость	Основные конструкции реакторов газожидкостных процессов. Барботажный колонный реактор, Газлифтный реактор.
6	Основные типы каталитических реакторов. Конструкция реакторов для проведения гетерогенно-каталитических процессов.	Конструкция реакторов полочного типа, трубчатый, с кипящим слоем, реактор с движущимся слоем (встречное и спутное движение). Конструкция реактора для встречного движения
7	Реакторы со стационарным, подвижным, движущимся и псевдооживленным слоем для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором	Конструкция реакторов неподвижным слоем катализатора, с движущимся и псевдооживленным слоем и их применение в различных каталитических процессах (кат. крекинг, дегидрирование изобутана, риформинг и т. д.).

### 5.3. Лабораторные занятия - отсутствуют

### 5.4. Практические (семинарские) занятия

**Таблица 4**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Классификация оборудования и процессов. Классификация химических реакторов	Основные показатели стадии химического превращения: степень превращения (конверсия), выход конечного продукта (выход от теоретического), селективность.
2	Методы расчета реакторов.	Элементы расчетов химических реакторов. Процесс платформинга, изомеризация парафинов, изомеризация алкилароматических углеводородов, алкилирование бензола олефинами.
3	Основные типы химических реакторов	Расчет реакторов идеального смешения и идеального вытеснения для различных реакций, определение размеров, времени пребывания, перемешивания в химических реакторах.

4	Расчет реакторов с составлением материального баланса	Составление материальных процессов химического процесса. Уравнения материального баланса для различных типов химических реакторов процессов: каталитического крекинга, пиролиза бензиновых фракций, каталитического риформинга бензиновых фракций. Определение геометрических размеров реакторов.
5	Составление тепловых балансов химических процессов	Составление тепловых процессов химического процесса. Уравнение теплового баланса для различных типов химических реакторов (периодически действующий РИС, реактор непрерывнодействующий РИС, непрерывнодействующий РИВ, адиабатический непрерывнодействующий РИВ и т. д.
6	Расчет реакторов с неподвижным слоем катализатора. Назначение, устройство, основные размеры. Определение числа реакторов.	Последовательность расчета реактора с неподвижным слоем катализатора. Примеры расчетов реакторов со стационарным слоем катализатора: процесса алкилирования бензола этиленом и пропиленом на цеолитсодержащих катализаторах; реакторов прямой гидратации этилена; реакторов процесса сульфирования; получения высокомолекулярных соединений (полиэтилена, полистирола, фенолоформальдегидных смол, каучуков и т. д.).
7	Последовательность расчета реакторов с движущимся слоем катализатора.	Укрупненный расчет реактора каталитического крекинга.
8	Последовательность расчета реакторов с псевдооживленным слоем катализатора	Укрупненный расчет реакторов процесса дегидрирования н-бутана в псевдооживленном слое.
9	Расчет реакторов термических процессов	Технологический расчет реакторов для термических процессов (трубчатого пиролизного реактора, висбрекинга и т. д).
10.	Расчет реакторов для процессов получения высокомолекулярных соединений	Примеры расчета реакторов для получения полиолефинов и каучуков

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

### 6.1 Текущая самостоятельная работа (СРС)

Текущая самостоятельная работа по дисциплине «Химические реакторы нефтехимии», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- выполнение домашних индивидуальных заданий;



- подготовка к практическим работам, подготовка к защите практических работ;
- подготовка к экзамену

## 6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

*Темы, выносимые на самостоятельную проработку*

№п/п	Наименование тем, их содержание
1	2
1	Роль реактора в химическом и нефтехимическом процессе. Процессы, происходящие в реакторе.
2	Основные факторы, определяющие процесс в реакционной зоне. Основные элементы расчета реакционной зоны. Конструктивные особенности нефтехимических реакторов.
3	Реакторы для проведения процессов в гомогенной газовой фазе. Реакторы периодического действия (изотермические, неизотермические). Реакторы полупериодического действия
4	Идеальные реакторы непрерывного действия (изотермические, неизотермические, реакторы, работающие в автотермическом режиме)
5	Реакторы для проведения процессов в системе жидкость-жидкость. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
7	Реакторы для проведения процессов в системе жидкость – твердый катализатор. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
8	Реакторы для проведения процессов в системе газ-твердый катализатор. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
9	Реакторы для проведения процессов в системе газ-жидкость Реакторы смешения, реакторы вытеснения
10	Реакторы для проведения процессов в системе газ-жидкость-твердый катализатор. Реакторы смешения, реакторы вытеснения
11.	Реакторы без циркуляции катализатора.
12	Реакторы с циркулирующим катализатором.
13	Реакторы для гетерогенных систем. Реакторы с кипящим слоем.
14	Конструкция реакторов для отдельных процессов нефтехимического синтеза (гидрогенизационных, термических и каталитических).
15	Расчет реакторов по заданным исходным данным технологических процессов. Материальный баланс химического реактора. Тепловой баланс химического реактора. Определение технологических размеров реакторов.

## 6.3. Презентации

Схемы и конструкции реакционных аппаратов различных технологических процессов НПЗ и НХЗ.

## 6.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Для организации самостоятельной работы бакалавров (выполнения индивидуальных домашних заданий; самостоятельной проработки теоретического материала, подготовки по

лекционному материалу; подготовки к практическим занятиям, коллоквиумам) преподавателями кафедры предлагаются следующие учебно-методические пособия и указания, приведенные в пункте 9.

### **6.5. Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

1. Вопросы для устного опроса.
2. Коллоквиумы по начитанному курсу лекций.
3. Коллоквиумы по самостоятельно изучаемому курсу лекций.
4. Вопросы к экзамену.
5. Темы рефератов.

## **7. Оценочные средства**

### **7.1. Вопросы к экзамену**

1. Классификация оборудования и процессов химической и нефтехимической технологии
2. Классификация химических реакторов.
3. Факторы, влияющие на конструкцию химических реакторов.
4. Основные требования к промышленным реакционным аппаратам
5. Методы и последовательность расчета оборудования (реакторов).
6. Реактора в органической технологии.
7. Реакторы для проведения гомогенных реакций в газовой фазе. Реакторы смешения. Реакторы вытеснения.
8. Реакторы для проведения гомогенных и гетерофазных реакций в жидкой фазе
9. Реакторы для проведения реакций в системе газ – жидкость. Классификация реакторов системы газ-жидкость.
10. Реакторы барботажные (группа РБ). Реактор барботажный колонный (тип РБК).
11. Реактор барботажный газлифтный (тип РБГ). Реактор барботажный змеевиковый (тип РБЗ).
12. Реакторы с тарелками колпачковыми и ситчатыми.
13. Реакторы для проведения реакций в системе газ – жидкость. Реакторы с механическим диспергированием газа в жидкости (группа РМ).
14. Реактор с мешалкой в свободном объеме (тип РМС). Реактор с мешалкой в циркуляционном контуре (тип РМЦ).
15. Реакторы для проведения реакций в системе газ – жидкость. Реакторы пленочные (группа РП).
16. Реактор со свободно стекающей пленкой (тип РПС).
17. Реактор с восходящей пленкой (тип РПВ). Реактор с закрученным газожидкостным потоком (тип РПЗ).
18. Инжекционно-струйные реактора.
19. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Трубочатые реакторы; кожухотрубные реакторы;

20. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Реакторы со сплошным слоем катализатора;
21. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Реакторы со сплошным неподвижным слоем катализатора; адиабатические реакторы; реактора секционированного типа.
22. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Реакторы с подвижным слоем катализатором
23. Реакторы с медленно движущимся плотным слоем.
24. Реакторы с псевдооживленным (кипящим) слоем.
25. Реакторы с катализатором, движущимся в режиме пневмотранспорта.
26. Трехфазные реакторы.
27. Реакторы процессов органического и нефтехимического синтеза. Конструкция и особенности реакторов процесса термического пиролиза углеводородного сырья.
28. Конструкция и особенности реакторов процесса риформинга для получения ароматических углеводородов.
29. Конструкция и особенности реакторов процесса дегидрирования парафиновых углеводородов.
30. Конструкция и особенности реакторов процесса получения изопрена.
31. Конструкция и особенности реакторов процесса гидратация олефинов (сернокислотная и прямая гидратация олефинов на кислотном катализаторе, на цеолитсодержащих катализаторах.).
32. Конструкция и особенности реакторов процесса синтезов на основе оксида углерода и водорода (синтез-газа).
33. Конструкция и особенности реакторов процесса синтеза метанола.
34. Конструкция и особенности реакторов процесса синтеза МТБЭ.
35. Конструкция и особенности реакторов процесса алкилирования (на хлористом алюминии, на цеолитсодержащих катализаторах).
36. Конструкция и особенности реакторов процесса окисления ИПБ (колонные, реактора с перемешивающимися устройствами, реактора эрлифтного типа).
37. Конструкция и особенности реакторов процесса сернокислотного разложения гидроперекиси изопропилбензола на фенол и ацетон.
38. Реакторы процессов сульфирования и сульфатирования (реактор с реакционной тарелкой (стакан); каскад реакторов с турбинными мешалками; реактор с вращающимся внутренним барабаном; пленочный реактор).
39. Реакторы процессов получения высокомолекулярных соединений:
  - получения полиэтилена высокого давления (реактор непрерывного вытесняющего действия, реактор с мешалкой).
40. Реактор для получения полиэтилена низкого давления (автоклав колонного типа).
41. Реактор дегидрирования алкилароматических углеводородов для получения стирола блочными эмульсионным методом периодическим и непрерывным методом.
42. Основные факторы, определяющие процесс в реакционной зоне. Основные элементы расчета реакционной зоны. Конструктивные особенности нефтехимических реакторов.
43. Реакторы для проведения процессов в гомогенной газовой фазе. Реакторы периодического действия (изотермические, неизотермические). Реакторы полупериодического действия.

44. Идеальные реакторы непрерывного действия (изотермические, неизотермические, реакторы, работающие в автотермическом режиме).
45. Реакторы для проведения процессов в системе жидкость-жидкость. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
48. Реакторы для проведения процессов в системе жидкость – твердый катализатор. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
49. Реакторы для проведения процессов в системе газ-твердый катализатор. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
50. Реакторы для проведения процессов в системе газ-жидкость. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
51. Реакторы для проведения процессов в системе газ-жидкость-твердый катализатор. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
52. Реакторы без циркуляции катализатора. Реакторы с циркулирующим катализатором.
53. Реакторы для гетерогенных систем. Реакторы с кипящим слоем.
54. Конструкция реакторов для отдельных нефтехимических процессов (гидрогенизационных, термических и каталитических).
55. Расчет реакторов по заданным исходным данным нефтехимических процессов. Материальный баланс химического реактора. Тепловой баланс химического реактора. Определение технологических размеров реакторов.

**Образец билета к экзаменам**

<p>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова кафедра «Химическая технология нефти и газа» Билет №1 Дисциплина <b>«Химические реакторы нефтехимии»</b> <b>Институт нефти и газа</b> группа <u>НТС -21</u> семестр <u>7</u></p> <p>1. Классификация химических реакторов. Факторы, влияющие на конструкцию химических реакторов.</p> <p>2. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Реакторы со сплошным слоем катализатора</p> <p>3. Расчет реакторов. Материальный баланс и тепловой баланс химического реактора. Определение размеров и количества реакторов для проведения технологического процесса.</p> <p style="text-align: right;"><b>Утверждаю:</b> <i>Лектор</i> _____ <i>Зав. кафедрой «ХТНГ»</i> _____ «__» _____ 20__ г.</p>
---

**7.2. Темы рефератов**

1. Роль реакторов в нефтехимическом процессе.
2. Реакторы для проведения гомогенных реакций в газовой фазе.
3. Реакторы для проведения гомогенных и гетерофазных реакций в жидкой фазе.
4. Реакторы для проведения реакций в системе газ – жидкость. Классификация реакторов системы газ-жидкость.

5. Разновидности конструкций реакторов для проведения реакций в системе газ – жидкость: с механическим диспергированием газа в жидкости (группа РМ); с мешалкой в свободном объеме (тип РМС); с мешалкой в циркуляционном контуре (тип РМЦ).
6. Реакторы для проведения реакций в системе газ – жидкость. Реакторы пленочные (группа РП); со свободно стекающей пленкой (тип РПС; с восходящей пленкой (тип РПВ); с закрученным газожидкостным потоком (тип РПЗ).
7. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Трубчатые реакторы; кожухотрубные реакторы; реакторы со сплошным неподвижным слоем катализатора; адиабатические реакторы; реактора секционированного типа.
8. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Реакторы с подвижным слоем катализатором; с медленно движущимся плотным слоем; с псевдооживленным (кипящим) слоем; с катализатором, движущимся в режиме пневмотранспорта.
- 9.Трехфазные реакторы.
10. Конструкция и особенности реакторов процесса синтеза МТБЭ и метанола.
11. Конструкция и особенности реакторов процесса сернокислотного алкилирования.
12. Реакторы процессов органического и нефтехимического синтеза. Конструкция и особенности реакторов процесса термического пиролиза углеводородного сырья.
13. Конструкция и особенности реакторов процесса риформинга для получения ароматических углеводородов.
- 14.Конструкция и особенности реакторов процесса дегидрирования парафиновых углеводородов.
15. Конструкция и особенности реакторов процесса получения изопрена.
16. Конструкция и особенности реакторов процесса гидратация олефинов (сернокислотная и прямая гидратация олефинов на кислотном катализаторе, на цеолитсодержащих катализаторах).
17. Конструкция и особенности реакторов процесса синтезов на основе оксида углерода и водорода (синтез-газа).
19. Конструкция и особенности реакторов процесса алкилирования (на хлористом алюминии, на цеолитсодержащих катализаторах).
20. Конструкция и особенности реакторов процесса окисления ИПБ (колонные, реактора с перемешивающимися устройствами, реактора эрлифтного типа).
22. Конструкция и особенности реакторов процесса сернокислотного разложения гидроперекиси изопрропилбензола на фенол и ацетон.
23. Реакторы процессов сульфирования и сульфатирования (реактор с реакционной тарелкой (стакан); каскад реакторов с турбинными мешалками; реактор с вращающимся внутренним барабаном; пленочный реактор).
- 24.Реакторы процессов получения ВМС: ПВД и ПНД и полипропилена.

**7.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	(неудовлетворительно)	(удовлетворительно)	(хорошо)	(отлично)	
<b>ПК-2. Способен организовать оперативный контроль и координацию работы технологических установок</b>					
<b>знать</b> конструкции реакторов современных процессов нефтеперерабатывающего комплекса, методы и современные информационные технологии для оперативного управления технологическим процессом, пакеты прикладных программ для расчета и регулирования технологических параметров реакторного оборудования	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Вопросы и билеты к экзамену
<b>уметь</b> использовать пакеты прикладных программ для расчета и оперативного управления технологическими параметрами реакторного оборудования	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

<p><b>владеть</b> методами конструирования, проектирования и моделирования реакторов нефтеперерабатывающих процессов; знаниями и навыками освоения и эксплуатации реакторного оборудования НПЗ.</p>	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	<p>Вопросы и билеты к экзамену</p>
---	------------------------------------	---	---	--	------------------------------------

## **8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению**:

- для **слепых**: задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо 14 надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- для **слабовидящих**: обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху**:

- для **глухих и слабослышащих**: обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для **слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата**:



- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 9.1 Литература

1. Жилин Ю.Н., Зарубина А.Н., Олиференко Г.Л., Иванкин А.Н. Инженерная химия. Химические реакторы: Учебное пособие для студентов всех форм обучения. – М.: ФГБОУ ВО МГУЛ, 2016. – 140 с.
2. Жилин Ю.Н. Химические реакторы: учебное пособие. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. – 88 с.
3. Швалёв Ю. Б., Коробочкин В. В. Общая химическая технология. Химические процессы и реакторы: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 180 с.
4. Смирнов М. Н., Волжинский А. И. Химические реакторы в примерах и задачах. – Л.: Химия, 1986.
5. Верниковская Н. В., Малоземов Ю. В., Покровская С. А. Каталитические процессы в реакторах с неподвижным слоем: Учебно-методическое пособие для компьютерного курса по инженерной химии каталитических процессов / Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2008. - 68с.
6. Янчуковская Е.В., Ушакова Н.И. Математическое моделирование химических реакторов: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. – 52 с.
7. Носков А.С. Промышленные каталитические реакторы и их особенности // Промышленный катализ в лекциях под редакцией проф. А.С. Носкова . М.: Калвис. - 2006. – Вып. 4.- С.31- 66.
8. Петьков В.И., Корытцева А.К. Химические реакторы. Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 71 с.
9. Воронцов К.Б. Химические реакторы: учебное пособие - М: Эдитус, 2017. - 80 с.
10. Банных О.П. Оборудование для нефтехимических производств. Часть 2: Учебное пособие – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 44 с.
11. Соколов, В.Н. Газожидкостные реакторы. // В.Н.Соколов, Доманский И.В. Л.: Машиностроение (Ленингр. отд.), 1976. - 216 с.
12. Ляпков, А.А. Расчеты реакционной аппаратуры химических производств. // А.А Ляпков, Г.Н. Иванов, В.В.Бочкарев. Учеб. Пособие/Томск: Изд.-во ТПУ- 2002. - 122с.
13. Смирнов, Н.Н. Химические реакторы в примерах и задачах. Учебное пособие. Для вузов. -2-е изд., перераб.// Н.Н.Смирнов, А.И. Волжинский. Л.: Химия, 1986. - С.224.
14. Моисеев, А.В. Расчетные методы определения физико-химических свойств углеводородных систем, нефтей и нефтепродуктов: Примеры и задачи: учеб. пособие / А. В. Моисеев. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУ ВПО КНАГТУ, 2010. – 179 с.
15. Поникаров, И.И., и др. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки. //И.И. Поникаров, С.И.Поникаров, С.В. Рачковский. – М.: Альфа - М.,

2008. -720 с.

16. Ляпков, А.А. Расчеты реакционной аппаратуры химических производств. // А.А Ляпков, Г.Н. Иванов, В.В.Бочкарев. Учеб. Пособие/Томск: Изд.-во ТПУ- 2002. - 122с.

17. Грязнов, И.А. Проектирование и расчет аппаратов основного органического синтеза. Учебник для вузов / И.А. Грязнов, Р.Г. Дигуров, В.В. Кафаров, М.Г. Макаров / - М.: Химия, 1995. -256 с.

18.Ровкина Н.М., Ляпков А.А. Технологические расчеты в процессах синтеза полимеров. Томск, ТПУ, 2004. - 167 с. Сборник примеров и задач.

## **9.2 Учебно-методическое обеспечение для выполнения самостоятельных и практических работ**

1.Методические указания к определению тепловых свойств углеводородов. Расчет теплоемкости индивидуальных углеводородов, нефтепродуктов и продуктов нефтехимического синтеза. / Ахмадова Х.Х., Махмудова Л.Ш., Хадисова Ж.Т., Мусаева М.А., Такаева М.А. /Грозный -2010. - С.77.

2. Методические указания к расчетной работе. Определение плотности индивидуальных углеводородов, нефтепродуктов и продуктов нефтехимического синтеза. /М.А. Мусаева, З.А. Абдулмежидова / Грозный -2010. - С.19.

3. Методические указания к расчетной работе. Примеры расчета материального баланса процесса дегидрирования низших парафинов / Ахмадова Х.Х., Хадисова Ж.Т./ Грозный - 2010. - С.14.

4. Методические указания к расчетной работе. Расчет материального баланса процесса получения ацетальдегида окислением этилена. Ахмадова Х.Х., Махмудова Л.Ш./ Грозный - 2010. - С.22.

5. Методические рекомендации для курсовых и дипломных проектов. Серноокислотное алкилирование изобутана бутиленами. / Х.Х. Ахмадова, М.Х. Магомадова, М.Д. Ибрагимова. Грозный -2011. - С.62.

6.Учебное пособие по дисциплине «Химические реакторы». Расчет реакторов производств нефтеперерабатывающей промышленности и органического синтеза / Ахмадова Х.Х., Хадисова Ж.Т., З.А. Абдулмежидова, Э.У. Идрисова / Грозный -2016. - 104 с.

7. Х.Х. Ахмадова и др. Классификация и конструкция реакторов, применяемых в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: учебно-методическое пособие / Х.Х. Ахмадова, Ж.Т. Хадисова, Э.У. Идрисова, М.А. Мусаева, М.Х. Магомадова, О.Ю. Белоусова, Р.Ш. Япаев – Грозный: ГГНТУ, 2021. - 208 с.

**9.3 Методические указания по освоению дисциплины «Химические реакторы нефтехимии» приведены в Приложение 1.**

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Класс с персональными компьютерами для проведения практических работ.

2.Программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

**Приложение 1**

## Методические указания по освоению дисциплины

### «Химические реакторы нефтехимии»

#### **1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.**

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Химические реакторы нефтехимии» состоит из 7 связанных между собою тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Химические реакторы нефтехимии» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим занятиям, рефератам и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации.

#### **2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.**

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных

вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

### **3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.**

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы;

2. Проработать конспект лекций;

3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;

5. Выполнить домашнее задание;

6. Проработать тестовые задания и задачи;

7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

### **4. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.**

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Химические реакторы

**нефтехимии»** - это углубление и расширение знаний в области освоения курса проектирования предприятий нефтехимического синтеза; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

– непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;

– в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.

– в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

#### Виды СРС

1. Реферат
2. Доклад
3. Презентации
4. Подготовка к практическим занятиям.
5. Участие в мероприятиях: коллоквиумах, семинарах, конференциях, обсуждениях и т. д.

**Составитель:**

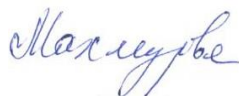
Профессор кафедры «ХТНГ»



/Ахмадова Х.Х. /

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий кафедрой «ХТНГ»



/Махмудова Л.Ш./

Директор ДУМР:



/Магомаева М.А./