

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 08.03.2023 12:36:31  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6a9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Химические реакторы

Закреплена за подразделением Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	144	Формы контроля в семестрах: экзамен 7
в том числе:		
аудиторные занятия	68	
самостоятельная работа	40	
часов на контроль	36	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	17	34	17
Практические	34	34	34	34
В том числе инт.	12	12	12	12
Итого ауд.	68	51	68	51
Контактная работа	68	51	68	51
Сам. работа	40	57	40	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*Миронова С.П.*

Рабочая программа

**Химические реакторы**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

18.03.01 Химическая технология, 18.03.01\_22\_ХимТехнология\_ПрПЭиУМ.plx Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 30.11.2021, протокол № 35

Утверждена в составе ОПОП ВО:

18.03.01 Химическая технология, Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 30.11.2021, протокол № 35

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 24.06.2021 г., №11

Руководитель подразделения к.ф-м.н., доцент Гюнтер Д.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Целями освоения дисциплины являются: формирование основ технологического мышления у студентов, раскрытие взаимосвязи между развитием химической науки и химической техники, подготовка выпускников к активной творческой работе по созданию современных химических реакторов
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Первичная переработка углеводородных газов	
2.1.2	Подготовка углей для коксования	
2.1.3	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.4	Безопасность жизнедеятельности	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ****4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Понятие химического реактора. Виды химических реакторов. Структурные элементы химического реактора. Математическое моделирование как метод исследования химических реакторов. Классификация процессов в химическом реакторе и их мат.моделей</b>							
1.1	Понятие химического реактора. Виды химических реакторов. Структурные элементы химического реактора. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3			
1.2	Математическое моделирование как метод исследования химических реакторов. Классификация процессов в химическом реакторе и их мат. моделей /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3			

	<b>Раздел 2.</b> <b>Изотермический процесс в химическом реакторе. Идеальные режимы в химических реакторах (идеального смешения, идеального вытеснения). Сравнение эффективности проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.</b>							
2.1	Изотермический процесс в химическом реакторе. Идеальные режимы в химических реакторах (идеального смешения, идеального вытеснения).  /Лек/	7	2		Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3			
2.2	Сравнение эффективности проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.  /Лек/	7	1		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3			
2.3	Материальный и тепловой баланс в химическом реакторе /Пр/	7	6		Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3			
2.4	Самостоятельное изучение материала в LMS Canvas: Неидеальные режимы в реакторах. Причины отклонений от идеальных режимов. Модели реакторов с неидеальной структурой потоков. /Ср/	7	6		Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 3.</b> <b>Неизотермический процесс в химическом реакторе. Организация теплообмена в реакторе и температурные режимы. Режимы идеального смешения периодический и идеального вытеснения с теплообменом.</b>							
3.1	Неизотермический процесс в химическом реакторе. Организация теплообмена в реакторе и температурные режимы.  /Лек/	7	2		Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3			

3.2	Режимы идеального смешения периодический и идеального вытеснения с теплообменом. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3			
3.3	Время пребывания, перемешивание в химическом реакторе /Пр/	7	6		Л1.2 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3			
3.4	Самостоятельное изучение материала в LMS Canvas: Температурный режим в проточном реакторе идеального смешения. Сравнение адиабатического процесса в проточных режимах идеального смешения и вытеснения. Автотермический реактор /Ср/	7	6		Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 4. Оптимизация химического процесса в реакторе.</b>							
4.1	Оптимизация химического процесса в реакторе. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3			
4.2	Теплообмен в химических реакторах /Пр/	7	6		Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3			
4.3	Самостоятельное изучение материала в LMS Canvas: Способы осуществления оптимального температурного режима в реакторе. /Ср/	7	4		Л1.1 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 5. Промышленные химические реакторы для процессов:</b> - гомогенных; - гетерогенных; - гетерогеннокаталитических.							
5.1	Промышленные химические реакторы для процессов: - гомогенных; - гетерогенных; - гетерогенно-каталитических. /Лек/	7	4		Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3			
5.2	Расчеты для гетерогенно-каталитических процессов. Сравнение и выбор химических реакторов. /Пр/	7	16		Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3			

5.3	<p>Самостоятельное изучение материала в LMS Canvas:</p> <p>Реакторы для газовых гомогенных процессов.</p> <p>Устройства для смешения взаимодействующих реагентов: сопло, эжектор, центробежный смеситель.</p> <p>Камерные и трубчатые реакторы.</p> <p>Реакторы для жидкостных гомогенных процессов. Механическое и пневматическое перемешивание.</p> <p>Конструкции механических мешалок. Устройства для подвода и отвода тепла.</p> <p>Колонные реакторы идеального вытеснения.</p> <p>Автоклавы.</p> <p>/Ср/</p>	7	20		Л1.1 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			
5.4	<p>Реакторы для газожидкостных гетерогенных процессов.</p> <p>Пленочные колонные реакторы трубчатого и насадочного типов. Виды и характеристики насадок.</p> <p>Требования, предъявляемые к насадкам.</p> <p>Барботажные реакторы.</p> <p>Типы тарелок, их сравнительная характеристика.</p> <p>Колонные реакторы разбрызгивающего типа.</p> <p>Способы диспергирования жидкой фазы. Реакторы пенного типа.</p> <p>Реакторы для гетерогенных процессов с твердой фазой. Ре-акторы для процессов в системе "жидкость-твердое" (растворение, экстрагирование, кристаллизация). Реакторы с фильтрующим и взвешенным слоем твердого реагента. /Ср/</p>	7	21		Л3.1 Э1 Э2 Э3			
5.5	/Экзамен/	7	36					

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)**

Перечень вопросов к экзамену(ПК-3.4(31,У1), ПК-1.11((31,У1))

- 1 Химические реакторы. Классификация химических реакторов и режимов их работы.
- 2 Химические реакторы. Основные требования к промышленным реакторам.
- 3 Химические реакторы. Технологические критерии эффективности химико-технологического процесса (степень превращения вещества, выход продукта, селективность).
- 4 Моделирование химических реакторов и протекающих в них химических процессов.
- 5 Математическое описание химических реакций. Стехиометрия и равновесие химических реакций.
- 6 Химические реакторы. Материальный и тепловой балансы химического процесса.
- 7 Уравнение материального баланса для элементарного объема проточного химического реактора.
- 8 Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме. Реактор идеального смешения.
- 9 Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме. Реактор идеального вытеснения.
- 10 Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме. Сравнение эффективности проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.
- 11 Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме. Каскад реакторов идеального смешения.
- 12 Теплоперенос в химических реакторах. Уравнение теплового баланса. Тепловые режимы химических реакторов.
- 13 Теплоперенос в химических реакторах. Проточный реактор идеального смешения в неизотермическом режиме.
- 14 Теплоперенос в химических реакторах. Тепловая устойчивость химических реакторов.
- 15 Теплоперенос в химических реакторах. Оптимальный температурный режим и способы его осуществления в промышленных реакторах.
- 16 Гетерогенные процессы. Общие особенности.
- 17 Гетерогенные процессы. Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ – твердое вещество».
- 18 Гетерогенные процессы. Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ – жидкость».
- 19 Гетерогенно – каталитические процессы. Общие представления о катализе.
- 20 Гетерогенно – каталитические процессы. Технологические характеристики твердых катализаторов.
- 21 Гетерогенно – каталитические процессы. Основные стадии и кинетические особенности.
- 22 Гомогенные процессы и реакторы. Общая характеристика.
- 23 Гомогенные процессы и реакторы. Основные закономерности.
- 24 Гомогенные процессы и реакторы. Реакторы для гомогенных процессов.
- 25 Химические реакторы. Устойчивость работы реакторов.
- 26 Химические реакторы. Отклонения реальных реакторов от идеализированных.
- 27 Химические реакторы. Распределение времени пребывания реагирующих веществ в зоне реакции.
- 28 Химические реакторы. Сравнение и выбор химических реакторов

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1 – 0 ВАРИАНТ**

- Задание № 1: В чем заключается иерархический принцип моделирования химических процессов и реакторов?
- Задание № 2: Почему при стационарном режиме работы химического реактора в нем не происходит накопление вещества и теплоты?
- Задание № 3: Что такое математическая модель?
- Задание № 4: Составьте общее уравнение материального и теплового балансов по веществу J.
- Задание № 5: Протекают последовательные реакции целевым продуктом которых является вещество R. Определите полную селективность процесса, если известен конечный реакционный состав смеси:  $C_{A,f} = 2$  кмоль/м<sup>3</sup>,  $C_{R,f} = 4$  кмоль/м<sup>3</sup>,  $C_{S,f} = 2$  кмоль / м<sup>3</sup>.
- Формула для расчета: ;
- Неизвестные концентрации находим по стехиометрическому уравнению.

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 2**

0 вариант

- Задача № 1: Рассчитайте выход продукта P, если известно, что при проведении последовательных реакций
- $$A + B \rightarrow P + R$$
- $$P + M \rightarrow S + Z$$
- получено 12 моль продукта P, 4 моль продукта S, а для проведения реакций было взято по 20 моль реагентов A и B.

- Задача № 2: Определите концентрацию реагента A на выходе из проточного реактора идеального смешения объемом 1,2 м<sup>3</sup>, если для проведения реакции  $A \rightarrow R + S$ , кинетика которой описывается уравнением  $-r_A = kC_A$ , где  $k = 3$ , подают реагент A с начальной концентрацией  $C_{A,0} = 1,5$  кмоль/м<sup>3</sup> и объемным расходом  $v = 3$  м<sup>3</sup>/ч.

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4**

I вариант

- Задача № 1 В реакторе периодического действия протекает автокаталитическая реакция  $A + B$  Начальная

концентрация продукта (затравка) значительно ниже концентрации исходного вещества.

Определить, при какой степени превращения скорость автокаталитической реакции начнет уменьшаться:

- 1) Если реакция имеет первый порядок по исходному веществу и по продукту реакции.
- 2) Если реакция первого порядка по исходному веществу и второго порядка по продукту реакции.
- 3) Если реакция имеет второй порядок по исходному веществу и первый по продукту реакции.

#### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 6

##### I вариант

Задача по теме: «Степень превращения, выход и избирательность в химическом процессе»

Дана жидкофазная реакция

Начальные концентрации реагирующих веществ:

В начальный момент времени продукты реакции отсутствуют. Скорости образования продуктов реакции:

Определить, какой будет избирательность процесса по продукту S в непрерывнодействующем реакторе идеального смещения, если степень превращения по веществу A в нем равна

Как изменится эта характеристика реакции при ее проведении в непрерывнодействующем реакторе идеального вытеснения?

#### Контрольная работа №7

Тестовые задания по теме: «Гомогенные и гетерогенно-каталитические процессы»

1 Скорость гомогенного процесса, протекающего в жидкой фазе, можно увеличить, если:

- а) Уменьшить температуру    б) Увеличить давление    г) Увеличить температуру

2 Подвод реагента А к поверхности твердого катализатора через слой газа, обедненный этим компонентом называется.....

- а) внешняя диффузия    б) внутренняя диффузия    г) химическая реакция

3 Для восстановления активности катализатора, его:

- а) конденсируют    б) регенерируют    в) дегидрируют

4 Проникновение газообразного реагента через поры твердого продукта реакции к ядру твердого реагента называется.....

- а) внешняя диффузия    б) внутренняя диффузия    г) химическая реакция

5 Что такое катализ?

- а) сдвиг равновесия в сторону прямой реакции в присутствии специальных веществ  
б) увеличение скорости реакции (или увеличения скорости достижения равновесия) в присутствии специальных веществ  
в) увеличение скорости диффузионной стадии процесса в присутствии специальных веществ

6 При увеличении температуры скорость реакции:

- а) увеличивается    б) уменьшается    в) не изменяется

7 Факторы, характерные только для гетерогенно-каталитических процессов?

- а) высокая чувствительность катализатора к каталитическим ядам  
б) низкая чувствительность катализатора к каталитическим ядам  
в) диффузия реагентов не оказывает влияния на скорость каталитической реакции

8 Факторы, вызывающие дезактивацию катализаторов:

- а) отравление катализатора ядами  
б) введение промотирующих добавок  
в) увеличение температуры каталитического процесса

9 К промоторам катализаторов относятся:

- а) вещества, при добавлении которых увеличивается активность катализатора  
б) вещества, при добавлении которых снижается активность катализатора  
в) вещества, при добавлении которых происходит дезактивация катализатора

10 Гомогенный катализ – это:

- а) явление или процесс, в котором катализатор и реагирующие вещества находятся в различных агрегатных состояниях или фазах  
б) явление или процесс, в котором катализатор и реагирующие вещества находятся в одном агрегатном состоянии или фазе  
в) явление или процесс, в котором фазовое состояние катализатора и реагирующего вещества не зависят друг от друга

#### Перечень вопросов к экзамену

- 1 Химические реакторы. Классификация химических реакторов и режимов их работы.
- 2 Химические реакторы. Основные требования к промышленным реакторам.
- 3 Химические реакторы. Технологические критерии эффективности химико-технологического процесса (степень превращения вещества, выход продукта, селективность).
- 4 Моделирование химических реакторов и протекающих в них химических процессов.



- 5 Математическое описание химических реакций. Стехиометрия и равновесие химических реакций.
- 6 Химические реакторы. Материальный и тепловой балансы химического процесса.
- 7 Уравнение материального баланса для элементарного объема проточного химического реактора.
- 8 Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме. Реактор идеального смешения.
- 9 Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме. Реактор идеального вытеснения.
- 10 Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме. Сравнение эффективности проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.
- 11 Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме. Каскад реакторов идеального смешения.
- 12 Теплоперенос в химических реакторах. Уравнение теплового баланса. Тепловые режимы химических реакторов.
- 13 Теплоперенос в химических реакторах. Проточный реактор идеального смешения в неизотермическом режиме.
- 14 Теплоперенос в химических реакторах. Тепловая устойчивость химических реакторов.
- 15 Теплоперенос в химических реакторах. Оптимальный температурный режим и способы его осуществления в промышленных реакторах.
- 16 Гетерогенные процессы. Общие особенности.
- 17 Гетерогенные процессы. Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ – твердое вещество».
- 18 Гетерогенные процессы. Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ – жидкость».
- 19 Гетерогенно – каталитические процессы. Общие представления о катализе.
- 20 Гетерогенно – каталитические процессы. Технологические характеристики твердых катализаторов.
- 21 Гетерогенно – каталитические процессы. Основные стадии и кинетические особенности.
- 22 Гомогенные процессы и реакторы. Общая характеристика.
- 23 Гомогенные процессы и реакторы. Основные закономерности.
- 24 Гомогенные процессы и реакторы. Реакторы для гомогенных процессов.
- 25 Химические реакторы. Устойчивость работы реакторов.
- 26 Химические реакторы. Отклонения реальных реакторов от идеализированных.
- 27 Химические реакторы. Распределение времени пребывания реагирующих веществ в зоне реакции.
- 28 Химические реакторы. Сравнение и выбор химических реакторов.
- 29 Экономическая оценка эффективности работы реактора.

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

Домашний типовой расчет для студентов

Задачи по теме: «Время пребывания, распределение времени пребывания, перемешивание в химических реакторах»  
0 вариант

В реальном реакторе проводится жидкофазная необратимая реакция первого порядка, протекающая с уменьшением плотности реакционной смеси в 1,08 раз при  $X_A = 1$ . Константа скорости реакции  $k = 8 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$ .

Определить степень превращения вещества на выходе из реактора с учетом и без учета изменения плотности реакционной системы, если опыты с трассером дали следующие результаты:

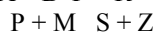
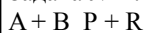
c											
0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Сн, усл.ед		4,6	4,5	4,2	3,8	2,7	1,8	1,1	0,7	0,4	0,2
	0,1	0									

Считать, что при проведении реакции и в опытах с трассером действительное время пребывания одинаково.

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №3**

0 вариант

Задача № 1: Рассчитайте выход продукта Р, если известно, что при проведении последовательных реакций



получено 12 моль продукта Р, 4 моль продукта S, а для проведения реакций было взято по 20 моль реагентов А и В.

Задача № 2: Определите концентрацию реагента А на выходе из проточного реактора идеального смешения объемом 1,2 м<sup>3</sup>, если для проведения реакции  $A \rightarrow R + S$ , кинетика которой описывается уравнением  $-r_A = kC_A$ , где  $k = 3$ , подают реагент А с начальной концентрацией  $C_{A,0} = 1,5 \text{ кмоль/м}^3$  и объемным расходом  $v = 3 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзаменационный билет № 0(ПК-3.4(31,У1), ПК-1.11((31,У1))

1 Химические реакторы. Основные требования к промышленным реакторам.

2 Гетерогенные процессы. Общие особенности процесса.

3 Рассчитайте выход продукта Р, если известно, что при проведении последовательных реакций

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;
- последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;
- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности
- выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;
- затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на но-вые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует порого-вый уровень сформированности компетенций:

- затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;
- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;
- выполнение заданий при подсказке преподавателя;
- затруднения в формулировке выводов.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач неправильная оценка предложенной ситуации;

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Касаткин А.Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии		М/Альянс, 2014 ,
Л1.2	Кузнецова И.М., Харлампиди Х.Э, Иванов В.Г., Чиркунов Э.В.	Общая химическая технология. Методология проектирования химико - технологических процессов: Учебник		СПб/Лань, 2013,
Л1.3	К.В. Брянкин, А.И. Леонтьева, В.С. Орехов	Общая химическая технология в 2-х ч. Ч. 2. : учебное пособие		Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», , 2012, URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277912">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277912</a> (18.11.2015).
Л1.4	А.И. Леонтьева	Оборудование химических производств в 2 частях : учебное пособие		Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», , 2012, URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277813">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277813</a> (18.11.2015).

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А.	Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии		М/Альянс, 2013,

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
ЛЗ.1	Леонтьева, А.И.	Оборудование химических производств : в 2 частях : учебное пособие		Тамбовский государственный технический университет , 2012, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277812">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277812</a>
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	Российская научная электронная библиотека		www.elibrary.ru	
Э2	КиберЛенинка		www.cyberleninka.ru	
Э3	НФ НИТУ "МИСиС"		www.nf.misis.ru	
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>				
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
И.1	- Официальный сайт Новотроицкого филиала НИТУ "МИСиС" <a href="http://nf.misis.ru/">http://nf.misis.ru/</a>			
И.2	- Электронная библиотека НИТУ "МИСиС" <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a>			
И.3	- Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>			

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Основной целью образования по дисциплине является освоение студентами основных закономерностей химических процессов, протекающих в реакционных аппаратах, и основ теории химических реакторов, которые в свою очередь формируют профессиональный уровень специалиста по данной специальности.

При изучении дисциплины студентам следует опираться на знание, а при необходимости повторение отдельных разделов следующих учебных дисциплин: «Математика ч.1, ч.2» «Дополнительные главы математики», «Информатика», «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии».

Рабочей программой дисциплины «Химические реакторы» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 54 часов, что предполагает необходимость выделять на самостоятельную работу не менее 3 часов в неделю.

Целесообразная последовательность самостоятельного изучения материала дисциплины определяется соответствующими рекомендациями преподавателя. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет – источниками;
- подготовку к написанию контрольной работы, тестовых заданий, сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, рекомендованных преподавателем и дополнительно найденных. По каждой из тем для самостоятельного обучения, приведенных в «Рабочей программе» дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

### Самостоятельная работа студентов

Тематика самостоятельной работы студентов представлена в «Рабочей программе». Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Самоконтроль зависит от определенных качеств личности, ответственности за результаты своего обучения, заинтересованности в положительной оценке своего труда, материальных и моральных стимулов, от того насколько обучаемый мотивирован в достижении наилучших результатов.

Контроль за текущей самостоятельной работой студентов осуществляется на практических занятиях.

Контроль за проработкой лекционного материала и самостоятельного изучения отдельных тем осуществляется во время рубежного контроля (контрольные работы).

Основу самостоятельной работы студентов составляет выполнение и защита реферата по темам, предложенным преподавателем (приведенным в рабочей программе дисциплины). Успешная защита реферата является допуском к сдаче экзамена.

### Указания по самоконтролю и подготовке к контрольному тестированию

Оценка текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Химические реакторы» представляют собой комплект контролируемых материалов следующих видов:

- Входной контроль. Представляет собой перечень из 10 – 20 основных вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин (математики, физической химии, процессов и аппаратов хим. технологии). Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в устной форме на первой лекции в течение 15 минут.

- Промежуточный контроль. Проверяется степень усвоения теоретических и практических знаний по основным разделам дисциплины. Осуществляется в виде проведения аудиторных контрольных работ. Контрольные работы предусматривают теоретические вопросы, тестовые и практические задания. Контрольные работы проводятся в письменном виде на промежуточных этапах освоения дисциплины.

- Экзамен. Проводится в конце семестра путем балльной оценки. Экзаменационные билеты для сдачи экзамена состоят из теоретических вопросов и задачи по всем разделам, изучаемым в данном семестре. Студент, который набирает в процессе проведения входного и промежуточного контроля максимальное количество баллов, освобождается от сдачи экзамена. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 50 баллам.

#### Оформление контрольной работы

##### Для студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения основополагающим является оформление и защита реферата, к оформлению которого предъявляются определенные требования. Контрольные и тестовые работы выполняются в аудитории на бумаге формата А 4, с указанием фамилии и инициалов и оценивается от 5 до 15 баллов в зависимости от объема и сложности работы.

Перед выполнением контрольной работы студенту необходимо внимательно изучить методические указания к темам и рекомендуемую литературу, в соответствии с программой.

Контрольная работа выполняется в учебной тетради (12 листов). На тетрадь наклеивается титульный лист, который заполняется по установленной в учебном заведении форме (расположен на информационном стенде кафедры).

Работа должна быть выполнена грамотно и аккуратно, четким, разборчивым подчерком. Не допускается сокращение слов (кроме общепринятых сокращений).

Контрольная работа может быть выполнена на компьютере шрифтом Times New Roman, размером 14 и напечатана на бумаге формата А4 на лицевой стороне каждого листа.

Оформляя работу, необходимо пронумеровать страницы, отвести поля шириной 2-3 см для замечаний рецензента, привести четкую формулировку вопроса и план выбранной темы, изложив ответ на него. В конце работы указать используемую литературу, поставить дату выполнения работ и подпись.

Выполненная работа сдается на кафедру.

При получении отрецензированной работы студент должен выполнить все указания рецензента. Работа над ошибками, дополнения к ответам, согласно рецензии, выполняется в этой же тетради.

На рецензию не принимаются работы:

- выполненные по неправильному варианту;
- переписанные у других студентов;
- выполненные небрежно, не разборчивым подчерком.

Возвращенные без рецензии (но с обязательным указанием причины возврата) работы студент обязан выполнить повторно, в соответствии со своим вариантом и требованиями, предъявляемыми к контрольным работам, и вновь сдать на кафедру.

После выполнения и защиты контрольной работы студент допускается к сдаче экзамена.