

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования**

«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Северодонецкий технологический институт (филиал)

Кафедра химических технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись) _____ 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология основного органического синтеза»

По направлениям подготовки 18.03.01 Химическая технология
Профиль «Химическая технология»

Северодонецк - 2024

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Технология основного органического синтеза» по направлениям подготовки 18.03.01 Химическая технология. - 24 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Технология основного органического синтеза» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлениям подготовки 18.03.01 Химическая технология (утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 922 от 07.08.2020 г. с изменениями и дополнениями).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент кафедры химических технологий



М.А. Ожередова

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры химических технологий «23» 09 2024 г., протокол № 2

Ио заведующего кафедрой химических технологий



М.А. Ожередова

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

СОГЛАСОВАНА (для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: « » 20 года, протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института «23» 09 2024 г., протокол № 2.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»



Ю.В. Бородач

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины освоения дисциплины

Цель дисциплины – развитие инженерного мышления на основании изучения химии и технологии производства, обеспечения будущим инженерам-бакалаврам достаточного уровня знаний правил изображения технологических схем производства и их объяснения с помощью технических параметров стадий процессов, которые применяются в технологии органических веществ и методов расчетов расходов сырья, материалов и энергии.

Основные задачи дисциплины: овладение физико-химическими основами промышленных процессов и их оборудованием; обеспечения достаточного уровня теоретических знаний, необходимых для разработки и эксплуатации технологии производства органических веществ, которые обеспечивают потребности народного хозяйства

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина входит в часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Дисциплина реализуется кафедрой Химических технологий.

Основывается на базе дисциплин: Промышленная органическая и неорганическая химия, Общая химическая технология, Теоретические основы химических технологий, Процессы и аппараты химических технологий.

Является основой для изучения следующих дисциплин: Технологическое проектирование химических производств, Производственная и преддипломная практики, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен использовать знания свойств химических веществ, соединений и материалов на их основе, технологии производства и оценки качества производимой продукции для решения задач профессиональной деятельности	ПК 1.1. Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов ПК 1.2. Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность ПК 1.3. Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов	Знает: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов Умеет: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность Владеет: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов

ПК-2. Способен решать профессионально-производственные задачи, контролировать процесс, осуществлять выбор оборудования, разработку технологических нормативов по расходу материалов и энергоресурсов	<p>ПК-2.1. Знать: основное оборудование технологических процессов, принципы его работы и правила эксплуатации, основные процессы и аппараты, устройство и принципы работы оборудования.</p> <p>ПК-2.2. Уметь: использовать на практике соответствующие аппараты при разработке технологических процессов, проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов, совершенствовать действующие методы проведения испытаний и исследований.</p> <p>ПК-2.3. Владеть: методами инженерных расчётов, связанных с выбором соответствующего оборудования, методами по ускорению освоения в производстве технологических процессов</p>	<p>Знает: основное оборудование технологических процессов, принципы его работы и правила эксплуатации, основные процессы и аппараты, устройство и принципы работы оборудования.</p> <p>Умеет: использовать на практике соответствующие аппараты при разработке технологических процессов, проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов, совершенствовать действующие методы проведения испытаний и исследований.</p> <p>Владеет: методами инженерных расчётов, связанных с выбором соответствующего оборудования, методами по ускорению освоения в производстве технологических процессов</p>
--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180	180
Обязательная контактная работа (всего) в том числе:	72	12
Лекции	24	4
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	24	4
Лабораторные работы	24	4
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т. п.)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	108	168
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Процессы этерификации.

Процессы этерификации. Реакции с органическими и неорганическими, с одноосновными и многоосновными кислотами, с одно- и многоатомными спиртами. Кислые и средние, полные и неполные эфиры. Этерифицирующие агенты, их активность. Катализ. Реакции алкоголиза, ацидолиза, переэтерификации. Равновесие реакций, тепловой эффект. Влияние строения кислоты и спирта на константу равновесия и скорость реакций. Технология процессов этерификации. Реакционные узлы процессов этерификации в зависимости от летучести исходных веществ и продуктов. Технологическая схема производства этилацетата.

Тема 2. Процессы гидратации

Прямая гидратация олефинов. Равновесие и скорость реакций, катализ, влияние температуры, давления, механизм. Реакционная способность олефинов. Побочные реакции и их подавление. Технологическая схема производства этанола. Сернокислотная гидратация олефинов. Образование моно- и диалкилсульфатов, их гидролиз. Побочные реакции. Технология каждой стадии сернокислотной гидратации. Реакторы для периодической и непрерывной абсорбции олефинов серной кислотой. Преимущества и недостатки прямой и сернокислотной гидратации олефинов. Гидратация ацетилена. Производство ацетальдегида. Равновесие реакции, тепловой эффект, катализ, механизм, побочные реакции. Технология гидратации ацетилена с разными катализаторами. Реакционные узлы.

Тема 3. Процессы дегидратации

Процессы дегидратации. Продукты. Равновесие реакций, катализ, механизм. Дегидратация спиртов, равновесие реакций, тепловой эффект, механизм, побочные реакции. Технология дегидратации в жидкой и газовой фазе. Реакционные узлы.

Тема 4. Процессы гидролиза и щелочного дегидрохлорирования.

Гидролиз и щелочное дегидрохлорирование хлорпроизводных. Образование спиртов, олефинов и альфа-оксидов. Механизм реакций. Равновесие реакций. Катализ. Способность хлорпроизводных к гидролизу и дегидрохлорированию. Влияние pH среды на селективность процесса. Побочные реакции, их подавление. Технологическая схема производства эпихлоргидрина дегидрохлорированием. Технология щелочного гидролиза, гидролизующие агенты, выбор реактора, влияние температуры, давления, скорости и времени реакции на процесс. Технологическая схема производства глицерина щелочным гидролизом.

Тема 5. Процессы амидирования.

Процессы амидирования. Равновесие реакций, влияние строения кислоты на константу равновесия и скорость реакций. Катализ, механизм. Амидирование кислот, их эфиров и хлорангидридов. Технология амидирования. Дегидратация амидов, гидролиз и этерификация нитрилов. Химизм процессов, катализ, механизм, тепловой эффект. Технологическая схема производства метилметакрилата. Синтезы азотпроизводных угольной кислоты. Синтезы изоцианатов, диизоцианатов, уретанов, полиуретанов и дитиоуретанов. Синтез меламина. Технологическая схема производства меламина.

Тема 6. Процессы нитрования.

Нитрование ароматических соединений. Катализ. Механизм. Роль серной кислоты в нитрующей смеси. Равновесие и тепловой эффект реакций. Возможность последовательного замещения. Технология нитрования ароматических соединений, реакционный узел. Нитрование парафинов. Методы осуществления процесса в газовой и жидкой фазе. Механизм процесса. Продукты. Возможность введения второй нитрогруппы. Условия деструктивного нитрования. Побочные реакции. Технология нитрования в жидкой и газовой фазе.

Тема 7. Процессы сульфатирования.

Процессы сульфатирования спиртов и олефинов. Получаемые продукты и их применение. Сульфатирующие агенты. Равновесие и скорость реакций, тепловой эффект. Степень конверсии. Образование моно- и диалкилсульфатов. Катализ. Механизм процесса. Реакционная способность

спиртов и олефинов. Влияние соотношения исходных веществ на состав продуктов. Побочные реакции и их подавление. Технология сульфатирования серной кислотой. Блок- схема производства СМС. Недостатки процесса сульфатирования серной кислотой. Технология сульфатирования хлорсульфоновой кислотой. Особенности процесса. Устройство реактора для проведения этого процесса. Технология сульфатирования серным ангидридом. Варианты реакторов для этого процесса. Технологическая схема производства СМС сульфатированием серным ангидридом.

Тема 8. Процессы сульфирования.

Процессы сульфирования. Сульфирование ароматических соединений. Сульфирующие агенты. Продукты и их применение. Равновесие реакций, тепловой эффект. Механизм. Побочные реакции. Влияние заместителей в ароматическом кольце на реакционную способность соединения. Технология сульфирования ароматических соединений. Реакционные узлы сульфирования серной кислотой, олеумом и в растворе жидкого диоксида серы. Сульфирование альфа- олефинов. Сульфирующие агенты. Продукты и их применение. Условия процесса. Технология сульфирования альфа- олефинов. Реакционный узел.

Тема 9. Процессы сульфоокисления и сульфохлорирования.

Сульфохлорирование парафинов. Продукты и их применение. Производство алкансульфонатов. Равновесие реакций, тепловой эффект, механизм. Побочные реакции. Реакционная способность атома водорода при сульфохлорировании. Технология сульфохлорирования. Способы снижения в реакционной массе доли ди- и трисульфонилхлоридов. Технологическая схема сульфохлорирования парафинов. Недостатки процесса. Сульфоокисление парафинов. Продукты и их применение. Равновесие реакций, тепловой эффект. Механизм. Два метода проведения процесса, их достоинства и недостатки. Побочные реакции. Реакционная способность атомов водорода при сульфоокислении и влияние ее на состав продуктов. Технология сульфоокисления. Реакционный узел.

Тема 10. Процессы гидрирования и дегидрирования.

Процессы гидрирования и дегидрирования классификация. Продукты гидрирования и дегидрирования. Физико-химические основы процессов гидрирования и дегидрирования. Катализаторы, механизм и кинетика реакций гидрирования и дегидрирования. Химия и технология процессов дегидрирования. Дегидрирование спиртов. Производство формальдегида. Дегидрирование алкилароматических углеводородов. Производство стирола и его гомологов. Дегидрирование парафинов и олефинов. Производство бутадиена и изопрена. Химия и технология процессов гидрирования. Гидрирование углеводородов. Производство циклогексана.

Тема 11. Процессы окисления.

Процессы окисления, классификация. Продукты окисления. Физико- химические основы процессов окисления. Основные окислители. Катализаторы, механизм реакций окисления. Окисление парафиновых углеводородов. Производство синтетических жирных кислот. Окисление олефинов. Производство оксида этилена. Окисление ароматических углеводородов. Производство фенола и ацетона. Окисление незамещенных ароматических углеводородов. Производство фталевого ангидрида.

Тема 12. Процессы алкилирования.

Общая характеристика процессов алкилирования. Классификация реакций. Алкилирующие агенты и катализаторы. Алкилирование по атому углерода. Химия и теоретические основы алкилирования ароматических соединений. Катализаторы. Механизм реакций. Побочные реакции. Кинетика процесса. Технология алкилирования ароматических углеводородов. Производство этилбензола и изопропилбензола. Алкилирование парафинов. Технология процесса. Производство алкилата. Алкилирование изобутана н- бутеном. О- алкилирование. Алкилирование спиртов олефинами. Производство трет- бутилметилового эфира.

4.3 Лекции

№	Название темы	Объем часов
---	---------------	-------------

п/п		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Процессы этерификации	2	-	4
2.	Процессы гидратации	2		
3.	Процессы дегидратации	2	-	
4.	Процессы гидролиза и щелочного дегидрохлорирования	2	-	
5.	Процессы амидирования	2	-	
6.	Процессы нитрования	2	-	
7.	Процессы сульфатирования	2	-	
8.	Процессы сульфирования	2		
9.	Процессы сульфоокисления и сульфохлорирования	2		
10.	Процессы гидрирования и дегидрирования	2		
11.	Процессы окисления	2		
12.	Процессы алкилирования	2		
Итого:		24	-	4

4.4 Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Составление материального баланса химического процесса. Расчет конверсии, селективности и выхода продуктов. Стандарты организации (СТО), порядок разработки и применения. Системы управления качеством. Принципы и методы стандартизации.	2	-	4
2.	Механизм пиролиза углеводородов различных классов. Термодинамика пиролиза. Кинетические особенности термических процессов	2	-	
3.	Химизм процесса риформинга бензиновых фракций. Катализаторы. Устройство реактора	2	-	
4.	Получение углеводородов в процессах каталитического крекинга	2	-	
5.	Промышленные процессы получения водорода. Технологические схемы. Процессы на основе синтез-газа. Технология оксосинтеза.	2	-	
6	Технология процессов гидрирования в органическом и нефтехимическом синтезе	2	-	
7.	Теоретические основы жидкофазного окисления углеводородов. Примеры практического осуществления реакций, продукты окисления и их применение.	2	-	

8.	Технология алкилирования алканов и аренов. Технологические схемы процессов оксиэтилирования и оксипропилирования	2	-	
9.	Технологические расчеты процессов окисления	2	-	
10.	Технологические расчеты процессов алкилирования	6	-	
Итого:		24	-	4

4.5 Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Гомогенно-каталитические реакции	3	-	4
2.	Гетерогенно-каталитические реакции	3	-	
3.	Сырьевые источники нефтехимического и органического синтеза. Промышленные способы переработки природного углеводородного сырья	3	-	
4.	Термические и каталитические процессы переработки углеводородного сырья в продукты для нефтехимического синтеза. Пиролиз. Каталитический крекинг	3	-	
5.	Процессы получения ароматических углеводородов. Технологии риформинга.	3	-	
6.	Пиролиз углеводородного сырья. Получение олефинов и водорода	3	-	
7.	Процессы дегидрирования. Получение ацетона дегидрированием изопропанола.	3	-	
8.	Процессы алкилирования. Получение цимолов алкилированием толуола	3	-	
Итого:		24	-	4

4.6 Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Форма/вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Гомогенный металлокомплексный катализ в промышленности	Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, реферирование литературы	9	-	14
2.	Гетерогенные катализаторы в промышленности. Получение и применение	Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, реферирование литературы	9	-	14
3.	Фракционный состав нефти. Фракционирование попутного	Работа с пройденным материалом по	9	-	14

	нефтяного газа и газового конденсата с получением индивидуальных углеводородов.	конспектам лекций, реферирование литературы			
4.	Современное состояние пиролизных производств в России и мире. Установки каталитического крекинга для переработки тяжелого сырья. Катализаторы каткрекинга.	Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, реферирование литературы	9	-	14
5.	Катализаторы риформинга. Способы очистки сырья риформинга от сероводорода. Аминовая очистка	Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, реферирование литературы	9	-	14
6.	Цеолиты. Применение цеолитных катализаторов в процессах получения этилена и пропилена из метанола	Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, реферирование литературы	9	-	14
7.	Способы получения и хранения водорода. Водород как сырье и среда в технологиях нефтехимического и органического синтеза. Способы очистки водорода и окиси углерода от углекислого газа	Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, реферирование литературы	9	-	14
8.	Гомогенные и гетерогенные каталитические процессы на основе синтез-газа	Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, реферирование литературы	9	-	14
9.	Гидрогенизационные процессы в нефтегазохимии	Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, реферирование литературы	9	-	14
10.	Жидкофазное окисление органических соединений в присутствии гомогенного катализатора. Радикальные и ионные механизмы окисления органических соединений	Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, реферирование литературы	9	-	14
11.	Применение алкилатов и продуктов алкоксилирования	Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, реферирование литературы	9	-	14
12.	Процессы на основе синтез-газа	Работа с пройденным материалом по конспектам лекций,	9	-	14

		реферирование литературы			
Итого:			108	-	168

Самостоятельная работа по данной дисциплине представлена в виде вопросов для самостоятельного изучения, тематики к докладам, презентациям к которым студенты самостоятельно в неаудиторное время готовятся и защищают их на практических занятиях.

4.7 Курсовые работы/проекты по дисциплине «Технология основного органического синтеза» не предполагаются учебным планом

5. Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий.

Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и практическими занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

Лекционный курс дает большой объем информации и обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

2. Практические занятия.

Практические занятия представляют собой детализацию и дополнение лекционного теоретического материала и проводятся в целях закрепления курса.

Основной формой проведения практических занятий является решение задач. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- непосредственное решение математической задачи;
- верное прохождение теста.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки теоретическую базу.

Самостоятельная работа обучающихся

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы: систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубление и расширение теоретических знаний; формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу; развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности; формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны: просматривать основные определения и факты; повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы; изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов; самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях; использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств; выполнять домашние задания по указанию преподавателя.

Работа с медиаматериалами.

Самостоятельная работа в современном учебном процессе подразумевает ознакомление студента с различными видео и аудиоматериалами на русском и иностранных языках. Можно обозначить следующие цели работы: усилить запоминание теоретических положений через визуальное и слуховое восприятие; ознакомиться с авторским изложением сложных моментов; сформировать свою точку зрения с учетом представленных дискуссий; разобрать примеры и практические кейсы; выполнить задания и отвечать на поставленные вопросы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Киселев, А.М. Химическая технология органических веществ: учебное пособие / А.М. Киселев. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. – 186 с. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/102584>. Химическая технология органических веществ: учебное пособие / М.Ю. Субочева, В.С. Орехов, К.В. Брянкин, А.А. Дегтярев. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. – 173 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64616>.

2. Технология органических полупродуктов: учебное пособие / А.И. Леонтьева, В.С. Орехов, М.Ю. Субочева, М.А. Колмакова. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. – 140 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64595>.

3. Химическая технология органических веществ: учебное пособие / Т.Н. Качалова, Ф.Р. Гариева, В.И. Гаврилов, С.А. Бочкова. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. – 138 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63542>.

4. Климентова, Г.Ю. Основы технологии органического синтеза: учебно-методическое пособие / Г.Ю. Климентова, М.В. Журавлева. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. – 93 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62533>.

5. Климентова, Г.Ю. Основы технологии органического синтеза. Часть 2: учебно-методическое пособие / Г.Ю. Климентова, М.В. Журавлева. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. – 91 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62532>.

6. Технология основного органического и нефтехимического синтеза. Часть 3: учебное пособие / Р.Б. Султанова, Р.Р. Рахматуллин, В.М. Бабаев, В.Ф. Николаев. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. – 128 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80251>.

7. Родина Т.А. Атлас технологических схем: пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине Химическая технология органических веществ / АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2020. – 34 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11538.pdf

б) дополнительная литература

1. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : учебник для бакалавров и магистров по направлениям: "Химическая технология" (бакалавры), "Химическая технология" (магистры) / В. М. Потехин, В. В. Потехин. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 896 с. (ЭБС)

2. Потехин, В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата : учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению "Химическая технология" / В. М. Потехин. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2017. - 568 с. (ЭБС)

3. Лебедев, Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза : учебник для химико-технологических спец. вузов / Н. Н. Лебедев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Альянс, 2013. - 592 с. : ил.

4. Тимофеев, В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза : Учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Химическая технология и биотехнология" / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов, А. В. Тимошенко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2010. - 408 с.

в) методические рекомендации

г) интернет-ресурсы

1. <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
2. <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
3. <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
4. <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
5. <https://openedu.ru> – Открытое образование

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Для проведения аудиторных занятий предлагаются мультимедийные средства: видеопроектор, ноутбук, экран настенный, др. оборудование или компьютерный класс. Операционная система – Linux, пакет офисных программ – LibreOffice либо операционная система – Windows, пакет офисных программ – Microsoft Office в зависимости от распределения аудиторий. Учебные аудитории оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Института.

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Технология основного органического синтеза»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
------	-----------------	-------------------------------------	---------------------------------

Начальный	ПК-1	Пороговый	знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов
Основной		Базовый	уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность
Заключительный		Высокий	владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов
Начальный	ПК-2	Пороговый	знать: основное оборудование технологических процессов, принципы его работы и правила эксплуатации, основные процессы и аппараты, устройство и принципы работы оборудования.
Основной		Базовый	уметь: использовать на практике соответствующие аппараты при разработке технологических процессов, проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов, совершенствовать действующие методы проведения испытаний и исследований
Заключительный		Высокий	владеть: методами инженерных расчётов, связанных с выбором соответствующего оборудования, методами по ускорению освоения в производстве технологических процессов

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по дисциплине)	Темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1	Способен использовать знания свойств химических веществ, соединений и материалов на их основе, технологии производства и оценки качества производимой продукции для решения задач профессиональной деятельности	Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов	<i>Тема 1.</i> <i>Тема 2.</i> <i>Тема 3.</i> <i>Тема 4.</i> <i>Тема 5.</i> <i>Тема 6.</i> <i>Тема 7.</i> <i>Тема 8.</i> <i>Тема 9.</i> <i>Тема 10.</i> <i>Тема 11.</i> <i>Тема 12.</i>	Начальный ОФО – 8 ЗФО – 8
2	ПК-2	Способен решать профессиональные производственные задачи, контролировать технологический процесс, осуществлять выбор оборудования, разработку технологических нормативов по расходу материалов и энергоресурсов	Знать: основное оборудование технологических процессов, принципы его работы и правила эксплуатации, основные процессы и аппараты, устройство и принципы работы оборудования. Уметь: использовать на практике соответствующие аппараты при разработке технологических процессов, проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов, совершенствовать действующие методы проведения испытаний и исследований. Владеть: методами инженерных расчетов, связанных с выбором соответствующего оборудования, методами по ускорению освоения в производстве технологических процессов	<i>Тема 1.</i> <i>Тема 2.</i> <i>Тема 3.</i> <i>Тема 4.</i> <i>Тема 5.</i> <i>Тема 6.</i> <i>Тема 7.</i> <i>Тема 8.</i> <i>Тема 9.</i> <i>Тема 10.</i> <i>Тема 11.</i> <i>Тема 12.</i>	Начальный ОФО – 8 ЗФО – 8

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-1	<p>Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов</p> <p>Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность</p> <p>Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов</p>	<p>Знает: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов</p> <p>Умеет: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность</p> <p>Владет: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов</p>	<p>Тема 1.</p> <p>Тема 2.</p> <p>Тема 3.</p> <p>Тема 4.</p> <p>Тема 5.</p> <p>Тема 6.</p> <p>Тема 7.</p> <p>Тема 8.</p> <p>Тема 9.</p> <p>Тема 10.</p> <p>Тема 11.</p> <p>Тема 12.</p>	Тестовые задания, практические задания, рефраты, разно-уровневые контрольные работы и задания
2	ПК-2	<p>Знать: основное оборудование технологических процессов, принципы его работы и правила эксплуатации, основные процессы и аппараты, устройство и принципы работы оборудования.</p> <p>Уметь: использовать на практике соответствующие аппараты при разработке технологических процессов, проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов, совершенствовать действующие методы проведения испытаний и исследований.</p> <p>Владеть: методами инженерных расчётов, связанных с выбором соответствующего оборудования, методами по ускорению освоения в производстве</p>	<p>Знает: основное оборудование технологических процессов, принципы его работы и правила эксплуатации, основные процессы и аппараты, устройство и принципы работы оборудования.</p> <p>Умеет: использовать на практике соответствующие аппараты при разработке технологических процессов, проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов, совершенствовать действующие методы проведения испытаний и исследований.</p> <p>Владет: методами инженерных расчётов, связанных с выбором соответствующего оборудования, методами по ускорению освоения в производстве технологических процессов</p>	<p>Тема 1.</p> <p>Тема 2.</p> <p>Тема 3.</p> <p>Тема 4.</p> <p>Тема 5.</p> <p>Тема 6.</p> <p>Тема 7.</p> <p>Тема 8.</p> <p>Тема 9.</p> <p>Тема 10.</p> <p>Тема 11.</p> <p>Тема 12.</p>	Тестовые задания, практические задания, рефраты, разно-уровневые контрольные работы и задания

		технологических процессов			
--	--	---------------------------	--	--	--

8. Оценочные средства

8.1 Тестовые задания (пороговый уровень)

1. Деструктивная переработка при термическом крекинге и пиролизе включает:

- а) необратимое расщепление парафинового углеводорода;
- б) необратимое расщепление парафинового углеводорода;
- в) ничего из приведенного.

2. Для гомолитического разрыва С-С по сравнению со связью С-Н нужно затратить:

- а) больше энергии;
- б) меньше энергии;
- с) равнозначно

3. При термической деструкции алифатических углеводородов протекающей по свободнорадикальному механизму с большей степенью вероятно:

- а) расщепление углеводорода;
- б) дегидрирование;
- в) присоединение Н

4. Дегидрирование возможно:

- а) с преимущественным использованием катализаторов;
- б) без катализаторов;
- в) без катализаторов при температуре более 1000 °С.

5. Роль катализаторов заключается:

- а) в подавлении реакции расщепления;
- б) понижении скорости реакции дегидрирования;
- в) многократно повышают скорость реакции дегидрирования

6. Дегидратацией этилового спирта получают:

- а) этилен,
- б) пропилен;

в) бутадиен.

7. Современным способом получения этилена является:

- а) деструктивная переработка жидких дистиллятов нефти;
- б) термическое разложение низших углеводородов;
- в) дегидратация этилового спирта

8. Этан дегидрируется в олефин:

- а) без использования катализаторов;
- б) без применения высоких температур;
- в) с использованием высокой температуры и катализатора.

9. При хлорировании парафиновых углеводородов атомы хлора замещают в них:

- а) атомы водорода;
- б) атомы углерода;
- в) атомы углерода и водорода

10. При термическом хлорировании парафина углеродный скелет не меняется если:

- а) температурные условия благоприятствуют пиролизу углеводорода;
- б) присутствие катализаторов благоприятствуют пиролизу углеводорода;
- в) если температурные условия и присутствие катализаторов подавляют пиролиз.

11. Атомы углерода по скорости замещения находящихся при них атомов водорода хлором при низкой температуре располагаются в ряд:

- а) первичный атом С – Вторичный атом С – Третичный атом С;
- б) Вторичный атом С - первичный атом С – Третичный атом С;
- в) С – Третичный атом С - первичный атом С – Вторичный атом С.

12. При более высокой температуре скорости замещения атомов водорода при первичных, вторичных, третичных атомах углерода:

- а) приближаются к одной величине;
- б) скорость замещения на при третичных атомах С выше;
- в) скорость замещения на при первичных атомах С выше.

13. На соотношение скоростей замещения оказывает большее влияние:

- а) присутствие влаги;
- б) присутствие катализатора;
- в) не оказывают ни влага, ни катализаторы

14. Высокая скорость и продолжительная по времени реакция вызывают пиролиз монохлоридов, по стабильности располагающихся в ряду:

- а) первичные – вторичные – третичные;
- б) вторичные - первичные – третичные;
- в) третичные – первичные – вторичные.

15. Нитрование это:

- а) введение в молекулу органического соединения нитрогруппы NO_2 ;
- б) введение в молекулу органического соединения соединения NH_3 ;
- в) введение в молекулу органического соединения нитрогруппы NS .

16. При электрофильном нитровании основным нитрующим агентом является:

- а) азотная кислота;
- б) серная кислота;
- в) фосфорная кислота.

17. Нуклеофильное нитрование используется для:

- а) синтеза алкилнитритов;
- б) алкилфосфатов;
- в) алканнитритов

18. Парофазное нитрование характеризуется:

- а) высокой температурой;
- б) низкой температурой;

в) протекает при любой температуре.

19. Жидкофазное нитрование осуществляется с использованием:

а) высокой температуры;

б) высокого давления;

в) низкой температуры (до 200 °С).

20. При продолжительном кипячении парафинов с избытком азотной кислоты образуются:

а) кислородсодержащие соединения;

б) нитросоединения;

в) в равной степени кислород – и азотсодержащие.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тестирование»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	85 – 100% правильных ответов
4	71 – 85% правильных ответов
3	61 – 70% правильных ответов
2	60% правильных ответов и ниже

8.1 Реферат (базовый уровень)

1. Понятие «основной органический синтез»
2. Понятие продукт и полупродукт.
3. Химические средства защиты растений
4. Пластические массы
5. Химические волокна
6. Синтетические жирные кислоты
7. Исходные органические вещества: метан.
8. Исходные органические вещества: этилен.
9. Исходные органические вещества: пропилен.
10. Исходные органические вещества: бутadiен.
11. Исходные органические вещества: ацетилен.
12. Исходные органические вещества: бензол.
13. Исходные органические вещества: циклогексан.
14. Синтезы на основе метана.
15. Синтезы на основе этилена.
16. Синтезы на основе пропилена.
17. Диеновые углеводороды.
18. Ацетилен.
19. Ароматические углеводороды
20. Синтезы на основе ацетилена.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «реферат»

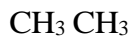
Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным

	(категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

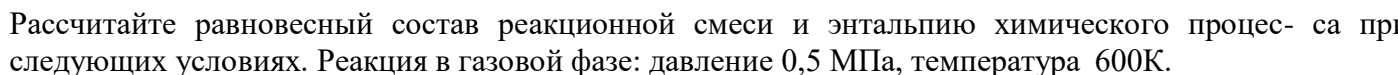
8.2 Вопросы и задания к практическим работам (высокий уровень)

1. Рассчитайте константы равновесия для реакции гидратации этилена в диапазоне 400-800 К. На основании выполненного расчета рекомендуйте температуру проведения процесса и для этой температуры выполните расчет равновесного состава продуктов гидратации при давлении 1 атм и соотношениях водяной пар/этилен 1/2 моль/моль.

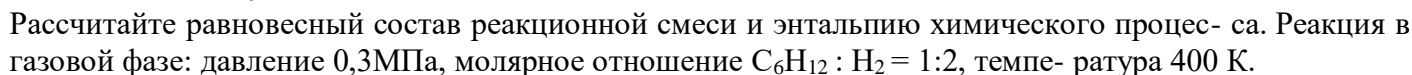
2. При изомеризации *n*-пентана в присутствии кислотного катализатора протекают следующие реакции:



3. При изомеризации *м*-ксилола в присутствии кислотного катализатора протекают следующие реакции:


$$\begin{array}{ccc}
 & & \text{CH}_2 \\
 & & \rightleftharpoons \\
 \text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3 & & \text{CH}_3\text{--CH--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3 \\
 & & \rightleftharpoons \\
 & & \text{CH}_3 \\
 & & \rightleftharpoons \\
 \text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3 & & \text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH--CH}_2\text{--CH}_3 \\
 & & | \\
 & & \text{CH}_3 \\
 & & \rightleftharpoons \\
 & & \text{CH}_3\text{--C--CH}_2\text{--CH}_3 \\
 & & | \\
 & & \text{CH}_3 \\
 \text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3 & & \text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH--CH}_2\text{--CH}_3 \\
 & & | \\
 & & \text{CH}_3 \\
 & & \rightleftharpoons \\
 & & \text{CH}_3 \\
 & & \rightleftharpoons \\
 \text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3 & & \text{CH}_3\text{--CH--CH--} \\
 & & | \quad | \\
 & & \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3
 \end{array}$$

5. При изомеризации циклогексана в присутствии кислотного катализатора и водорода протекают следующие реакции:

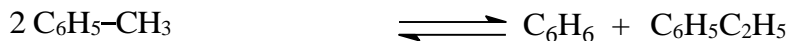
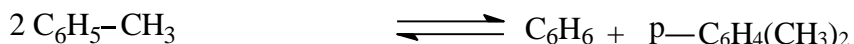
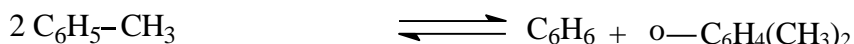
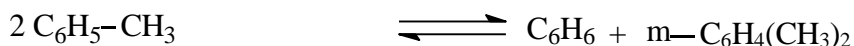


6. При каталитическом диспропорционировании пропилена протекают следующие реакции:



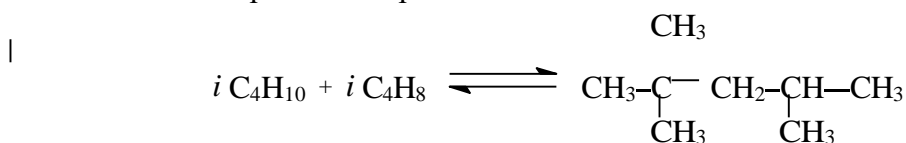
Рассчитайте равновесный состав реакционной смеси и энтальпию химического процесса. Реакция в газовой фазе: давление 4,0 МПа, температура 700К.

7. При каталитическом диспропорционировании толуола протекают следующие реакции:



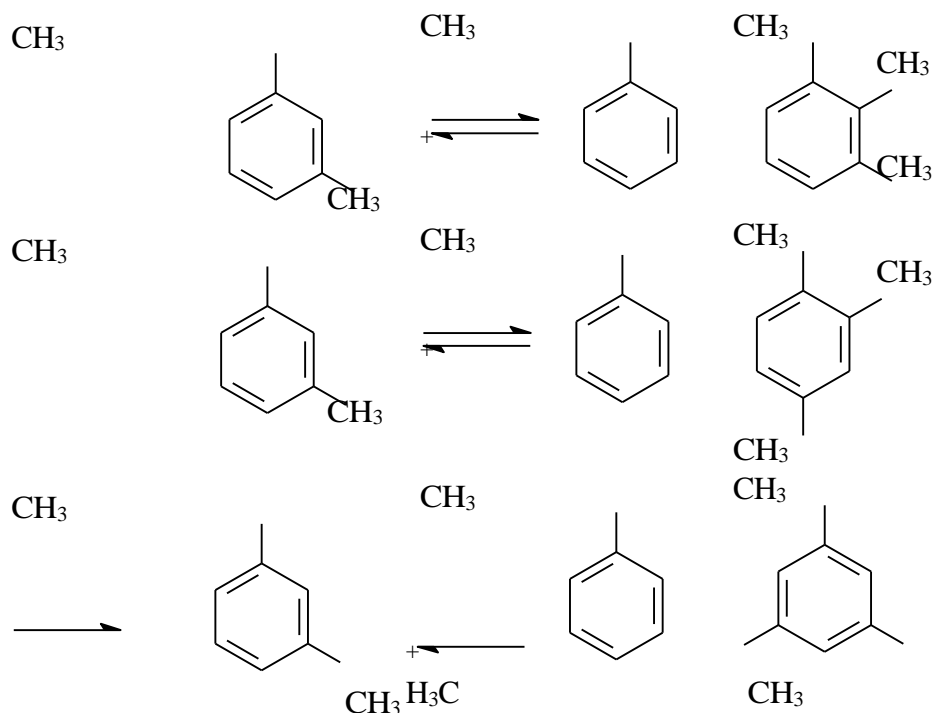
Рассчитайте равновесный состав реакционной смеси и энтальпию химического процесса. Реакция в жидкой фазе: температура 500 К, система идеальная.

8. При кислотном катализе алкилирования изобутана изобутиленом протекает обратимая реакция образования изооктана:



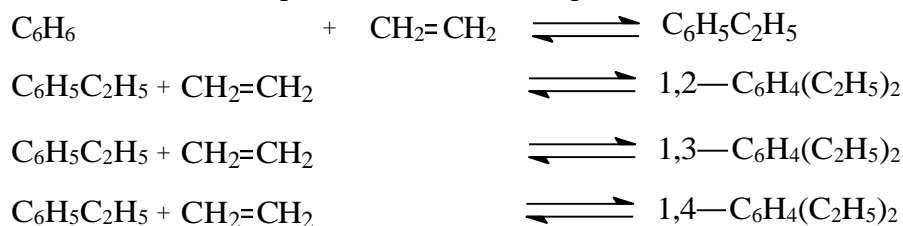
Рассчитайте равновесный состав реакционной смеси и энтальпию химического процесса. Реакция в газовой фазе: давление 2,0 МПа, молярное отношение парафин:олефин = 5:1, температура 400 К;

9. При каталитическом диспропорционировании *m*-ксилола протекают следующие реакции:



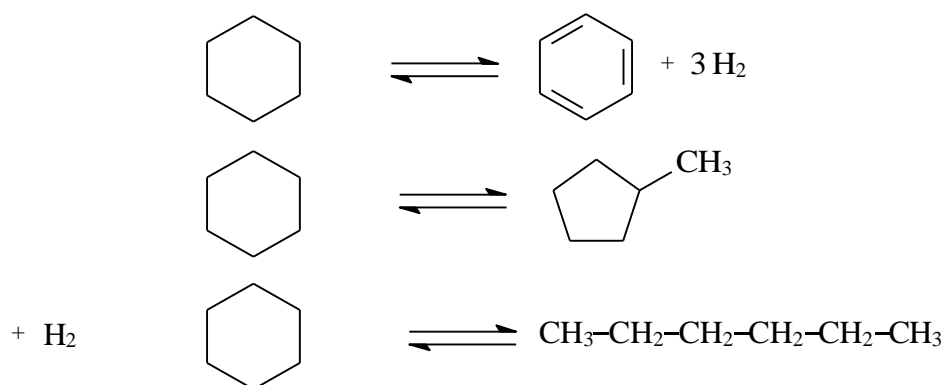
Рассчитайте равновесный состав реакционной смеси и энтальпию химического процесса при давлении 3,0 МПа и температурах 500К, 700К и 900К;

10. При кислотном алкилировании бензола этиленом протекают следующие реакции:



Реакция в жидкой фазе: молярное отношение арен:олефин = 2:1, температура 500 К, система идеальная.

11. При каталитическом процесса платформинга циклогексана протекают реакции:



Рассчитайте равновесный состав реакционной смеси и энтальпию химического процесса. Реакция в газовой фазе: давление 2,0 МПа, молярное отношение бензол:водород = 1:2, температура 500К;

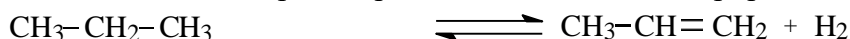
12. При каталитическом платформинге циклогексана в адиабатических условиях протекает реакция дегидрирования циклогексана в бензол и водород. Рассчитать равновесный состав реакционной массы и температуру в конце реакции, если температура исходной

смеси, состоящей из циклогексана и водорода в молярном отношении $C_6H_{12} : H_2 = 1:4$, составляет 700 К и 800К. Давление в реакторе составляет 2МПа. Принять реакционную смесь газов как идеальную, а термодинамические параметры не зависят от давления.

13. При гетерогеннокаталитическом дегидрировании пропана в газовой фазе образуется пропилен. Реакция проводится в адиабатических условиях и давлении 2 МПа в присутствии водорода. Молярное отношение $C_3H_8 : H_2 = 1:2$, температура на входе в реактор 700К и 800К. Принять реакционную смесь газов как идеальную, а термодинамические параметры не зависят от давления.

Рассчитать равновесный состав реакционной массы и температуру на выходе из реактора.

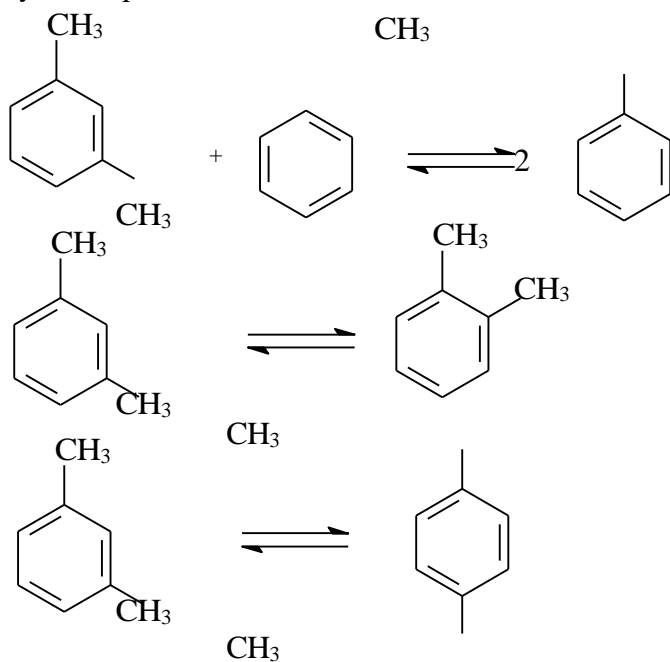
14. При гетерогенном катализе дегидрирования пропана протекают следующие реакции:



Процесс проводится при следующих условиях: давление в реакторе 2,0 МПа, молярное отношение пропан:водород = 1:2, температура 700 К.

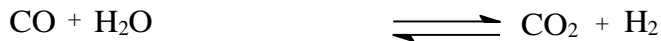
Рассчитать равновесный состав реакционной смеси и энтальпию химического процесса.

15. При каталитическом кислотном переалкилировании *м*-ксилола бензолом протекают следующие реакции:



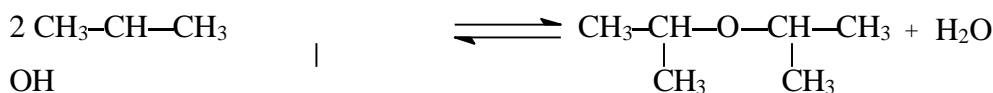
Рассчитайте равновесный состав реакционной смеси и энтальпию химического процесса. Реакция в газовой фазе: давление 2,0 МПа, молярное отношение *м*-ксилол:бензол = 1:2, температура 500К;

16. Паровая конверсия метана на гетерогенном катализаторе с получением синтез-газа описывается следующими реакциями:



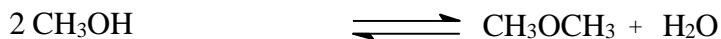
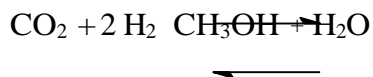
Рассчитайте равновесный состав реакционной смеси и энтальпию химического процесса при следующих условиях: реакция в газовой фазе: давление 3,0 МПа, молярное отношение вода:метан = 2:1 и 3:1, температура 900К;

17. Гетерогенный кислотный катализ гидратации пропилена описывается следующими реакциями:



реакция в газовой фазе: давление 2,0 МПа, молярное отношение пропилен:вода = 1:10, температура 400 К; Рассчитайте равновесный состав реакционной смеси и энтальпию химического процесса.

18. Гетерогенный катализ синтеза метанола из синтез-газа с добавкой диоксида углерода описывается реакциями:

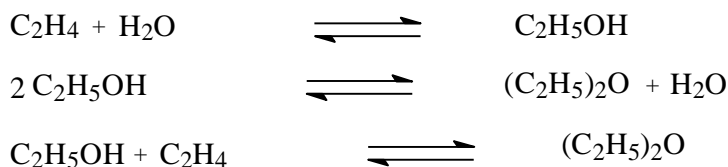


Синтез проводится при следующих условиях: давление в реакторе 5 МПа, температура 500К, содержание диоксида углерода в синтез-газе ($\text{CO} + \text{H}_2$) 5%об., объемное отношение: $\text{H}_2:\text{CO}=1:2$ и $\text{H}_2:\text{CO}=1:5$.

Рассчитайте равновесный состав реакционной смеси и энтальпию химического процесса.

19. При гетерогеннокаталитическом дегидрировании этилбензола в стирол и водород в адиабатических условиях процесс проводится при следующих начальных условиях: температура 800К и 900К, давление 0,1 МПа, массовое отношение этилбензол:водяной пар=1:3. Рассчитайте равновесный состав реакционной смеси и температуру в конце реакции.

20. Гетерогенный кислотный катализ гидратации этилена описывается реакциями:



Процесс проводится при следующих условиях: давление в реакторе 4,0 МПа, молярное отношение олефин:вода = 1,5:1, температура 500К и 600К.

Рассчитайте равновесный состав реакционной смеси и энтальпию химического процесса.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«Вопросы и задания к практическим работам»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
2	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

8.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Химия и теоретические основы процесса этерификации. Механизм. Этерифицирующие агенты. Продукты процессов этерификации.
2. Технология этерификации. Реакционные узлы.
3. Технологическая схема производства этилацетата.
4. Прямая гидратация олефинов. Химия и теоретические основы процесса.
5. Технология производства этанола прямой гидратацией этилена.
6. Сернокислотная гидратация олефинов. Реакционные узлы.
7. Гидратация ацетилена в жидкой фазе. Схема реакционного узла.
8. Гидратация ацетилена в газовой фазе. Схема реакционного узла.

9. Химия и теоретические основы процесса дегидратации.
10. Технология дегидратации в жидкой фазе. Реакционные узлы.
11. Технология дегидратации в газовой фазе. Реакционные узлы.
12. Химия и теоретические основы процессов щелочного гидролиза и дегидрохлорирования.
13. Технология процесса дегидрохлорирования. Технологическая схема производства эпихлоргидрина.
14. Технология процесса щелочного гидролиза. Технологическая схема производства глицерина.
15. Процессы амидирования. Механизм. Амидирование кислот, их эфиров и хлорангидридов.
16. Дегидратация амидов, гидролиз и этерификация нитрилов. Химизм процессов, катализ, механизм. Технология производства метилметакрилата.
17. Синтезы азотпроизводных угольной кислоты. Синтезы изоцианатов, диизоцианатов, уретанов. Синтез меламина. Технологическая схема производства меламина.
18. Нитрование ароматических соединений. Химия и теоретические основы процесса. Условия нитрования. Реакционный узел нитрования.
19. Нитрование парафинов. Химия и теоретические основы процесса. Жидкофазное и газофазное нитрование.
20. Технологическая схема газофазного нитрования пропана.
21. Процессы сульфатирования спиртов и олефинов. Химия и теоретические основы процессов. Механизм. Сульфатирующие агенты.
22. Технология сульфатирования серной кислотой. Блок-схема производства СМС.
23. Технология сульфатирования хлорсульфоновой кислотой. Устройство реактора для проведения процесса.
24. Технология сульфатирования серным ангидридом. Варианты реакторов для проведения процесса. Технологическая схема производства СМС.
25. Процессы сульфирования ароматических соединений. Химия и теоретические основы процесса. Механизм. Сульфирующие агенты.
26. Технология сульфирования серной кислотой, олеумом и триоксидом серы. Реакционные узлы.
27. Процессы сульфохлорирования парафинов. Химия и теоретические основы процесса. Механизм. Производство алкилсульфонатов. Технологическая схема сульфохлорирования парафинов.
28. Процессы сульфоокисления парафинов. Химия и теоретические основы процесса. Механизм. Технология сульфоокисления. Реакционный узел.
29. Процессы гидрирования и дегидрирования. Классификация. Химия и теоретические основы процесса. Катализаторы процессов.
30. Дегидрирование алкилароматических углеводородов. Производство стирола и его гомологов. Технологическая схема производства стирола.
31. Дегидрирование спиртов. Технологическая схема производства формальдегида.
32. Дегидрирование парафинов и олефинов. Технологическая схема дегидрирования парафинов.
33. Технология процессов гидрирования. Гидрирование ароматических углеводородов. Технологическая схема производства циклогексана.
34. Процессы окисления. Классификация. Химия и теоретические основы процесса. Основные окислители. Катализаторы. Механизм.
35. Окисление парафиновых углеводородов. Производство синтетических жирных кислот. Технологическая схема производства.
36. Окисление олефинов. Технологическая схема производства оксида этилена.
37. Окисление ароматических углеводородов. Производство фенола и ацетона. Технологическая схема совместного получения фенола и ацетона.
38. Окисление незамещенных ароматических углеводородов. Технологическая

схема парофазного окисления нафталина.

39. Процессы алкилирования. Классификация. Алкилирующие агенты и катализаторы.

40. Алкилирование ароматических соединений. Химия и теоретические основы процесса. Технология алкилирования ароматических углеводов. Технологическая схема производства изопропилбензола.

41. Алкилирование парафинов. Химия и теоретические основы процесса. Технология алкилирования парафинов. Реакционные узлы алкилирования. Технологическая схема производства изookтана алкилированием изобутана н-бутеном.

42. Алкилирование спиртов олефинами. Технологическая схема производства трет-бутилметилового эфира.

43. Процессы галогенирования. Галогенирующие агенты. Рдикально-цепное хлорирование. Химия и теоретические основы процесса.

44. Хлорирование парафинов. Технология жидкофазного хлорирования. Типы реакционных узлов. Технологическая схема жидкофазного хлорирования парафинов.

45. Хлорирование ненасыщенных соединений. Технология газофазного хлорирования. Технологическая схема производства хлористого аллила.

46. Хлорирование ароматических соединений. Галогенирующие агенты, катализаторы. Хлорирование в ядро. Хлорирование в боковую цепь.

47. Синтез углеводов из CO и H₂. Процесс Фишера-Тропша, условия, катализаторы.

48. Синтез спиртов из CO и H₂. Получение метанола. Условия, катализаторы. Реакционные узлы. Технологическая схема синтеза метанола.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации

«экзамен»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
Отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач
Хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач
Удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах
Неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
- продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			