МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ / О.В. Юсупова
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01.04 «Катализ в органическом синтезе»

Код и направление подготовки (специальность)	04.04.01 Химия
Направленность (профиль)	Современные методы синтеза и анализа органических веществ
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Химико-технологический факультет (ХТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Органическая химия"
Кафедра-разработчик	кафедра "Органическая химия"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Самара 2022

Б1.В.01.04 «Катализ в органическом синтезе»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **04.04.01 Химия**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 655 от 13.07.2017 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Профессор, доктор химических наук, доцент	А.Н Резников
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	Ю.Н. Климочкин, доктор химических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	О.В Лаврентьева, кандидат химических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	Ю.Н. Климочкин, доктор химических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 6
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 7
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 7
4.1 Содержание лекционных занятий 8
4.2 Содержание лабораторных занятий 10
4.3 Содержание практических занятий 12
4.4. Содержание самостоятельной работы 12
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 14
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 15
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 15
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 16
9. Методические материалы 17
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 18

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен планировать работу, проводить патентно-информационные исследования и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Владеть приемами работы с катализаторами, чувствительными к кислороду и влаге воздуха.
			Знать методы получения наиболее распространенных катализаторов органических реакций.
			Уметь осуществлять научно обоснованный выбор катализаторов для осуществления органических реакций.
	ПК-2 Способен определять способы, методы и средства решения прикладных задач в рамках НИР и НИОКР, оценивать полученные результаты с точки зрения перспективности их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-2.2 Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Владеть навыками выбора каталитических систем для реализации химических превращений с учетом современных представлений о принципах каталитической активации органических соединений.
			Знать основные каталитические методы построения углеродного скелета, введения и взаимного превращения функциональных групп.

			Уметь применять современные представления о каталитических процессах при планировании синтеза сложных органических структур.
		ПК-2.4 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	Владеть навыками обобщения экспериментальных данных о каталитических процессах и их сопоставления с имеющимися данными о каталитических свойствах органических и неорганических соединений и закономерностях органических реакций.
			Знать типы информационных химических ресурсов; особенности структурной химической информации.
			Уметь анализировать полученные экспериментальные данные об органических реакциях, протекающих в присутствии катализаторов различной природы.
	ПК-3 Способен использовать современные методы органической химии для получения соединений, обладающих полезными свойствами	ПК-3.1 Применяет профессионально профилированные знания в области синтетической и структурной органической химии для выбора рациональных способов синтеза и модификации органических соединений	Владеть знаниями в области синтетической и структурной органической химии для выбора рациональных способов синтеза и модификации органических соединений на основе каталитических реакций.
			Знать строение, классификацию, номенклатуру, химические свойства и методы синтеза органических соединений для интерпретации и представления полученных результатов
			Уметь намечать пути синтеза новых органических веществ с заданными свойствами, используя современные катализаторы и каталитические системы
	ПК-4 Способен проводить научный эксперимент в области синтеза и анализа органических веществ, обрабатывать и грамотно интерпретировать его результаты	ПК-4.1 Осуществляет обоснованный отбор реагентов и методов для синтеза, выделения, очистки и анализа органических соединений	Владеть приемами работы с катализаторами, чувствительными к кислороду и влаге воздуха.

			Знать методы получения наиболее распространенных катализаторов органических реакций.
			Уметь осуществлять научно обоснованный выбор катализаторов для осуществления органических реакций.
		ПК-4.2 Подбирает аппаратурное оформление органических синтетических методов с учетом теоретических знаний о реакционной способности реагентов органического синтеза и селективности синтетических методов	Владеть техникой воспроизведения стандартных методик синтеза органических соединений с использованием гомогенных и гетерогенных катализаторов
			Знать основное аппаратурное оформление каталитических процессов, осуществляемых в инертной атмосфере и при повышенном давлении.
			Уметь осуществлять сборку оборудования для проведения каталитических реакций.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1	Методы расчета молекулярных структур; Учебная практика: ознакомительная практика	Основы химии лекарств; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Разработка новых фармацевтических препаратов; Физическая органическая химия	Избранные главы органической химии; Методы энантиоселективного синтеза; Планирование и методы органического синтеза; Подготовка к защите и процедура защиты выпускной квалификационной работы; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Химия алициклических и каркасных соединений
ПК-2	Мастерская инноваций (проектная мастерская); Применение спектроскопии ядерно-магнитного резонанса в органической химии; Химия гетероциклических соединений	Мастерская инноваций (проектная мастерская); Основы химии лекарств; Применение хроматографических методов в органической химии; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Разработка новых фармацевтических препаратов; Спектральные методы анализа; Химия элементоорганических соединений	Инженерное предпринимательство; Мастерская инноваций (проектная мастерская); Подготовка к защите и процедура защиты выпускной квалификационной работы; Производственная практика: научно-исследовательская работа

ПК-3	Применение спектроскопии ядерно-магнитного резонанса в органической химии; Пространственное строение молекул; Учебная практика: ознакомительная практика; Химия гетероциклических соединений	Применение хроматографических методов в органической химии; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Спектральные методы анализа; Физическая органическая химия; Химия элементоорганических соединений	Избранные главы органической химии; Методы энантиоселективного синтеза; Планирование и методы органического синтеза; Подготовка к защите и процедура защиты выпускной квалификационной работы; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Химия алициклических и каркасных соединений
ПК-4	Применение спектроскопии ядерно-магнитного резонанса в органической химии; Пространственное строение молекул; Учебная практика: ознакомительная практика	Применение хроматографических методов в органической химии; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Спектральные методы анализа; Химия элементоорганических соединений	Избранные главы органической химии; Методы энантиоселективного синтеза; Планирование и методы органического синтеза; Подготовка к защите и процедура защиты выпускной квалификационной работы; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Химия алициклических и каркасных соединений

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	2 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	32	32
Лабораторные работы	16	16
Лекции	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	73	73
подготовка к зачету	13	13
подготовка к лабораторным работам	60	60
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Виды катализа и классификация катализаторов	2	0	0	8	10
2	Гомогенный катализ	12	12	0	56	80
3	Гетерогенный катализ и катализ иммобилизованными катализаторами.	2	4	0	9	15
	КСР	0	0	0	0	3
	Итого	16	16	0	73	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
2 семестр				
1	Виды катализа и классификация катализаторов	Тема 1.1. Введение	Содержание и задачи учебной дисциплины. Катализ и катализаторы. Промоторы. Каталитические яды. Классификация каталитических процессов и катализаторов по механизму и подбор катализаторов. Виды катализа: гомогенный и гетерогенный катализ, мицеллярный катализ, межфазный катализ, нанокатализ. Классификация по химической природе катализатора: кислотно-основной катализ, металлокомплексный катализ, ферментативный катализ, органокатализ. Стереоселективный и асимметрический катализ. Скорость химических реакций. Энергетический барьер. Принцип действия катализаторов. Переходные состояния и интермедиаты.	2

2	Гомогенный катализ	Тема 2.1. Гомогенный кислотно-основный катализ	Кислотный катализ протонными кислотами (кислотами Бренстеда). Механизмы катализа протонными кислотами: A1 и A2. Специфический и общий кислотный катализ. Кислотный катализ апротонными кислотами (электрофильный катализ). Суперкислоты Льюиса и комплексные суперкислоты. Основный катализ. Понятие. Основные типы основных катализаторов. Механизмы основного катализа: B1 и B2. Специфический и общий основный катализ. Корреляционные соотношения между константами кислотности (основности) и константами скорости реакций для специфического и общего кислотно-основного катализа. Нуклеофильный катализ. Основные типы нуклеофильных катализаторов. Реакции, катализируемые кислотами и основаниями.	2
3	Гомогенный катализ	Тема 2.2. Гомогенный металлокомплексный катализ	Комплексы переходных металлов. Природа химической связи и координация молекул. Электронные и пространственные эффекты лигандов. Общее понятие о транс-влиянии и транс-эффекте. ?-Донорные и ?-акцепторные свойства лигандов. Стадии и механизм металлокомплексного катализа. Элементарные стадии. Три типа реакций замещения лигандов: диссоциативный, ассоциативный, синхронный. Окислительное присоединение, реакции внедрения, альфа-, бета- и другие типы элиминирования, гаптотропные перегруппировки, реакции переноса электрона, восстановительное элиминирование, окислительное сочетание и восстановительное расщепление.	2
4	Гомогенный катализ	Тема 2.2. Гомогенный металлокомплексный катализ (продолжение)	Механизм основных реакций, катализируемых комплексами переходных металлов: гидрирование, гидроформилирование, гидросилилирование, метатезис, Вакер-процесс.	2
5	Гомогенный катализ	Тема 2.2. Гомогенный металлокомплексный катализ (продолжение)	Реакции образования углерод-углеродных связей, катализируемые комплексами переходных металлов: кросс-сочетание (реакция Кумада, реакция Сузуки, реакция Хияма, реакция Стилле, реакция Соногашира). Реакция Хека. Внутримолекулярная реакция Хека как метод синтеза конденсированных полициклических систем. Реакция Цуджи-Троста.	2
6	Гомогенный катализ	Тема 2.3. Асимметрический металлокомплексный катализ	Асимметрический катализ. Некоторые представления о механизме передачи хиральности. Основные типы лигандов для асимметрического металлокомплексного катализа.	2

7	Гомогенный катализ	Тема 2.3. Асимметрический металлокомплексный катализ	Примеры асимметрических реакций в органическом синтезе: гидрирование, гидросилилирование, гидроформилирование, реакция Цуджи-Троста, присоединение цианида водорода и триметилсилилцианида, сопряженное присоединение бороновых кислот и арилтриалкоксисиланов, асимметрическое окисление по Шарплессу.	2
8	Гетерогенный катализ и катализ иммобилизованными катализаторами.	Тема 3.1 Гетерогенный катализ; Тема 3.2 Иммобилизованные катализаторы	Классификация гетерогенных катализаторов по принципу действия. Стадии гетерогенного катализа. Области протекания реакций. Адсорбция и хемосорбция реагентов при катализе. Десорбция. Гетерогенный катализ на переходных металлах и оксидах металлов. Активация реагентов: водорода, алканов и алкенов. Гетерогенный кислотно-основной катализ. Природа кислотных и основных центров. Кислотные катализаторы и носители (оксид алюминия, силикагель и алюмосиликаты, соли металлов). Основные катализаторы (щелочные и щелочноземельные металлы на носителях, оксиды металлов).; Основные подходы к созданию иммобилизованных металлокомплексных катализаторов: адсорбция комплексов переходных металлов на носителе; ионное связывание комплексов переходных металлов с носителем; пи-координация комплексов переходных металлов на носителе, играющем роль макролиганда; сигма-связывание комплексов переходных металлов с носителем за счет функциональных групп последнего; включение комплексов переходных металлов в гель. Гетерогенизация на минеральных носителях (кремнеземы, оксид алюминия, алюмосиликаты). Ковалентная гетерогенизация.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
2 семестр				

1	Гомогенный катализ	Лабораторная работа № 1. Кислотно-основный катализ: перегруппировка Бекмана.	Перегруппировка циклогексаноноксима в капролактам в условиях кислотного катализа. Проведение расчетов реагентов для выполнения экспериментальной работы, сборка установки, проведение синтеза. Выделение и очистка продукта реакции. Оформление отчета по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.	2
2	Гомогенный катализ	Лабораторная работа № 1. Кислотно-основный катализ: перегруппировка Бекмана.	Перегруппировка циклогексаноноксима в капролактам в условиях кислотного катализа. Проведение расчетов реагентов для выполнения экспериментальной работы, сборка установки, проведение синтеза. Выделение и очистка продукта реакции. Оформление отчета по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.	2
3	Гомогенный катализ	Лабораторная работа № 2. Гомогенный металлокомплексный катализ. Окисление диметилсульфоксида в диметилсульфон.	Проведение расчетов реагентов для выполнения экспериментальной работы, сборка установки, проведение синтеза. Выделение и очистка продукта реакции. Оформление отчета по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.	2
4	Гомогенный катализ	Лабораторная работа № 2. Гомогенный металлокомплексный катализ. Окисление диметилсульфоксида в диметилсульфон.	Проведение расчетов реагентов для выполнения экспериментальной работы, сборка установки, проведение синтеза. Выделение и очистка продукта реакции. Оформление отчета по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.	2
5	Гомогенный катализ	Лабораторная работа № 3. Гомогенный металлокомплексный катализ. Реакция Соногашира. Синтез диарилацетиленов.	Проведение расчетов реагентов для выполнения экспериментальной работы, сборка установки, проведение синтеза. Выделение и очистка продукта реакции. Оформление отчета по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.	2
6	Гомогенный катализ	Лабораторная работа № 3. Гомогенный металлокомплексный катализ. Реакция Соногашира. Синтез диарилацетиленов.	Проведение расчетов реагентов для выполнения экспериментальной работы, сборка установки, проведение синтеза. Выделение и очистка продукта реакции. Оформление отчета по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.	2
7	Гетерогенный катализ и катализ иммобилизованными катализаторами.	Лабораторная работа № 5. Гетерогенный катализ: восстановление нитросоединений на никеле Ренея.	Проведение расчетов реагентов для выполнения экспериментальной работы. Приготовление скелетного никелевого катализатора из сплава Ренея. Восстановление ароматических нитросоединений в присутствии скелетного никелевого катализатора. Проведение расчетов реагентов для выполнения экспериментальной работы, сборка установки, проведение синтеза. Выделение и очистка продукта реакции.	2

8	Гетерогенный катализ и катализ иммобилизованными катализаторами.	Лабораторная работа № 5. Гетерогенный катализ: восстановление нитросоединений на никеле Ренея.	Проведение расчетов реагентов для выполнения экспериментальной работы. Приготовление скелетного никелевого катализатора из сплава Ренея. Восстановление ароматических нитросоединений в присутствии скелетного никелевого катализатора. Проведение расчетов реагентов для выполнения экспериментальной работы, сборка установки, проведение синтеза. Выделение и очистка продукта реакции.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.3 Содержание практических занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
2 семестр			
Виды катализа и классификация катализаторов	Самостоятельное изучение темы: «Виды катализа и классификация катализаторов»	Исторические аспекты развития катализа и изучения каталитических процессов.	8
Гомогенный катализ	Самостоятельное изучение темы: «Кислотно-основной катализ»	Прикладные реакции, катализируемые кислотами и основаниями: алкилирование и сульфирование ароматических углеводородов; этерификация; переэтерификация; реакции по карбонильной группе; перегруппировка Бекмана; реакции, сопровождаемые раскрытием оксиранового цикла; реакции изомеризации углеродного скелета в ряду алициклических соединений (перегруппировка Вагнера-Меервейна, перегруппировка Наметкина); пинаколиновая и ретропинаколиновая перегруппировки.	8

Гомогенный катализ	Самостоятельное изучение темы: «Каталитические методы образования связей углерод-углерод и углерод-гетероатом. Реакции кросс-сочетания и гетеро-кросс-сочетания, катализируемые комплексами переходных металлов».	Основные подходы к получению комплексов Pd(0) – катализаторов реакций кросс-сочетания. Методы синтеза реагентов: бороновых кислот и их эфиров, силанов, станнанов. Механизм реакций Хека, Кумада, Соногашира, Сузуки, Хияма. Кросс-сочетание аминов (Бушвальда-Хартвига) и тиолов с арил- и гетероарилгалогенидами.	8
Гомогенный катализ	Самостоятельное изучение темы: «Каталитические методы образования связей углерод-углерод. Сопряженное присоединение бороновых кислот и силанов, катализируемые комплексами переходных металлов».	Механизмы реакций сопряженного присоединения арил-, гетероарил и алкенилбороновых кислот, арил- и алкенилтриалкоксисиланов к енонам и нитроалкенам в присутствии комплексов Rh(I). Использование комплексов с хиральными лигандами для осуществления асимметрического сопряженного присоединения.	8
Гомогенный катализ	Самостоятельное изучение темы «Реакции изомеризации, олигомеризации и циклоолигомеризации алкенов и алкадиенов, катализируемые комплексами переходных металлов»	Механизмы изомеризации - металлалкильные и металаллильные интермедиаты. Тримеризация и олигомеризация этилена в присутствии комплексов металлов. Циклотримеризация бута-1,3-диена в 1,5,9-циклододекатриен, циклодимеризация в 1,5-циклооктадиен, 4-винилциклогексен и 1,2-дивинилциклобутан. Механизм. Хемо- и стереоселективность реакций в зависимости от типа используемого катализатора.	8
Гомогенный катализ	Самостоятельное изучение темы «Синтезы на основе оксида углерода»	Гидрокси- и алкоксикарбонилирование алкенов и алкинов. Окислительное карбонилирование. Карбонилирование спиртов и галогенидов. Получение уксусного ангидрида. Карбонилирование арилгалогенидов.	8
Гомогенный катализ	Самостоятельное изучение темы «Каталитические методы синтеза оксиранов»	Эпоксидирование алкенов в присутствии катализаторов на основе W, Mo, V, Ti. Асимметрическое эпоксидирование по Шарплессу и по Якобсену.	8
Гомогенный катализ	Самостоятельное изучение темы «Органокатализ».	Классификация органокаталитических реакций: аминокатализ, катализ полифункциональными соединениями с образованием водородных связей катализатор – субстрат, катализ с асимметрической индукцией противоионом (реакции асимметрического восстановления эфирами Ганча), катализ хиральными эфирами фосфорной кислоты.	8

Гетерогенный катализ и катализ иммобилизованными катализаторами.	Самостоятельное изучение темы: «Гетерогенный катализ»	Некоторые промышленные гетерогенно-каталитические процессы (гидрирование, дегидрирование, гидратация алкенов, синтезы на основе оксида углерода и водорода, окислительный аммонолиз пропилена, ацетоксилирование диенов, окислительное метилирование углеводородов, полимеризация). Гетерогенный катализ переходными металлами и их соединениями: гидрирование и дегидрирование углеводородов; гидрирование альдегидов, сложных эфиров, нитросоединений, нитрилов; метатезис алкенов; окисление органических соединений молекулярным кислородом (окисление этилена в оксиран, пропилена в акролеин и акриловую кислоту). Кислотно-основной гетерогенный катализ: Реакции гидратации алкенов. Изомеризация парафиновых и ароматических углеводородов. Синтезы на основе CO и H2 (метанол, высшие алифатические спирты, углеводороды).	9
		Итого за семестр:	**73**
		Итого:	**73**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Векки , А.В. де Катализ. Теория и практика / А.В. де Векки.- СПб., Профессионал, 2010.- 501 с.	Электронный ресурс
2	Эльшенбройх, К. Металлорганическая химия : пер. с нем. / К. Эльшенбройх.- М., БИНОМ.Лаб.знаний, 2014.- 746 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
3	Бремер, Генрих Введение в гетерогенный катализ [Текст] / пер. с нем. В. М. Грязнова.- Москва, Мир, 1981.- 160 с.	Электронный ресурс
4	Жермен, Ж. Гетерогенный катализ : Пер.с фр. / Под ред.Ф.Ф.Волькенштейна.- М., Изд-во иностр.лит., 1961.- 258 с.	Электронный ресурс
5	Романовский, Б.В. Основы катализа : учеб. пособие / Б. В. Романовский.- М., БИНОМ.Лаб.знаний, 2014.- 172 с.	Электронный ресурс
6	Томас, Дж. Гетерогенный катализ : пер. с англ. / Дж. Томас, У. Томас ; ред. А. М. Рубинштейн.- М., Мир, 1969.- 452 с.	Электронный ресурс
7	Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика : пер.с англ.:учеб. пособие / И. Чоркендорф, Х Наймантсведрайт .- 2-е изд..- Долгопрудный, ИД Интеллект, 2013.- 501 с.	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Антиплагиат. ВУЗ	ЗАО «Анти-плагиат» (Отечественный)	Лицензионное
3	Интернет-браузер Opera	Opera Software ASA (Зарубежный)	Свободно распространяемое
4	Пакет офисных программ Microsoft Office	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	American Chemical Society (ACS)	www.pubs.acs.org	Ресурсы открытого доступа
2	портал химического образования России	http://www.chem.msu.su	Ресурсы открытого доступа
3	РОСПАТЕНТ	http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru	Ресурсы открытого доступа
4	Reaxys - база структурного поиска по химии.	http://www.reaxys.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
5	ScienceDirect - 4 коллекции: Chemistry, Engineering, Materials Science, Physics and Astronomy	http://www.sciencedirect.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа

6	SpringerLink - химия и материаловедение, компьютерные науки, биологические науки, бизнес и экономика, экология, инженерия, гуманитарные и социологические науки, математика и статистика, медицина, физика и астрономия, архитектура и дизайн.	http://link.springer.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
7	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

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

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Практические занятия

-

Лабораторные занятия

Для лабораторных занятий используются аудитория № 25 (корп. 2), оснащенная следующим оборудованием:

вытяжными шкафами, штативами, лабораторной посудой, электрическими плитками, сушильным шкафом, электронными весами, перемешивающими устройствами (электромагнитными и электромеханическими), водоструйными насосами, приборами для определения температуры плавления, химическими реактивами и другим необходимым оборудованием для выполнения лабораторных работ.

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интеренет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки, ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10);

- компьютерные классы (ауд. 208, 210 корпус № 8).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы

овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

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. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

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.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.01.04 «Катализ в органическом синтезе»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.01.04 «Катализ в органическом синтезе»

Код и направление подготовки (специальность)	04.04.01 Химия
Направленность (профиль)	Современные методы синтеза и анализа органических веществ
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Химико-технологический факультет (ХТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Органическая химия"
Кафедра-разработчик	кафедра "Органическая химия"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен планировать работу, проводить патентно-информационные исследования и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Владеть приемами работы с катализаторами, чувствительными к кислороду и влаге воздуха.
			Знать методы получения наиболее распространенных катализаторов органических реакций.
			Уметь осуществлять научно обоснованный выбор катализаторов для осуществления органических реакций.
	ПК-2 Способен определять способы, методы и средства решения прикладных задач в рамках НИР и НИОКР, оценивать полученные результаты с точки зрения перспективности их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-2.2 Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Владеть навыками выбора каталитических систем для реализации химических превращений с учетом современных представлений о принципах каталитической активации органических соединений.
			Знать основные каталитические методы построения углеродного скелета, введения и взаимного превращения функциональных групп.

			Уметь применять современные представления о каталитических процессах при планировании синтеза сложных органических структур.
		ПК-2.4 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	Владеть навыками обобщения экспериментальных данных о каталитических процессах и их сопоставления с имеющимися данными о каталитических свойствах органических и неорганических соединений и закономерностях органических реакций.
			Знать типы информационных химических ресурсов; особенности структурной химической информации.
			Уметь анализировать полученные экспериментальные данные об органических реакциях, протекающих в присутствии катализаторов различной природы.
	ПК-3 Способен использовать современные методы органической химии для получения соединений, обладающих полезными свойствами	ПК-3.1 Применяет профессионально профилированные знания в области синтетической и структурной органической химии для выбора рациональных способов синтеза и модификации органических соединений	Владеть знаниями в области синтетической и структурной органической химии для выбора рациональных способов синтеза и модификации органических соединений на основе каталитических реакций.
			Знать строение, классификацию, номенклатуру, химические свойства и методы синтеза органических соединений для интерпретации и представления полученных результатов
			Уметь намечать пути синтеза новых органических веществ с заданными свойствами, используя современные катализаторы и каталитические системы
	ПК-4 Способен проводить научный эксперимент в области синтеза и анализа органических веществ, обрабатывать и грамотно интерпретировать его результаты	ПК-4.1 Осуществляет обоснованный отбор реагентов и методов для синтеза, выделения, очистки и анализа органических соединений	Владеть приемами работы с катализаторами, чувствительными к кислороду и влаге воздуха.

			Знать методы получения наиболее распространенных катализаторов органических реакций.
			Уметь осуществлять научно обоснованный выбор катализаторов для осуществления органических реакций.
		ПК-4.2 Подбирает аппаратурное оформление органических синтетических методов с учетом теоретических знаний о реакционной способности реагентов органического синтеза и селективности синтетических методов	Владеть техникой воспроизведения стандартных методик синтеза органических соединений с использованием гомогенных и гетерогенных катализаторов
			Знать основное аппаратурное оформление каталитических процессов, осуществляемых в инертной атмосфере и при повышенном давлении.
			Уметь осуществлять сборку оборудования для проведения каталитических реакций.

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Виды катализа и классификация катализаторов				
ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	**Уметь** осуществлять научно обоснованный выбор катализаторов для осуществления органических реакций.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да
	Владеть приемами работы с катализаторами, чувствительными к кислороду и влаге воздуха.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
	Знать методы получения наиболее распространенных катализаторов органических реакций.	Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да
		Контрольная работа №1	Да	Нет

ПК-2.2 Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	**Знать** основные каталитические методы построения углеродного скелета, введения и взаимного превращения функциональных групп.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да
	Владеть навыками выбора каталитических систем для реализации химических превращений с учетом современных представлений о принципах каталитической активации органических соединений.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да
	Уметь применять современные представления о каталитических процессах при планировании синтеза сложных органических структур.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да
ПК-2.4 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	**Уметь** анализировать полученные экспериментальные данные об органических реакциях, протекающих в присутствии катализаторов различной природы.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
	Владеть навыками обобщения экспериментальных данных о каталитических процессах и их сопоставления с имеющимися данными о каталитических свойствах органических и неорганических соединений и закономерностях органических реакций.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
	Знать типы информационных химических ресурсов; особенности структурной химической информации.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да
ПК-3.1 Применяет профессионально профилированные знания в области синтетической и структурной органической химии для выбора рациональных способов синтеза и модификации органических соединений	**Владеть** знаниями в области синтетической и структурной органической химии для выбора рациональных способов синтеза и модификации органических соединений на основе каталитических реакций.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да
	Уметь намечать пути синтеза новых органических веществ с заданными свойствами, используя современные катализаторы и каталитические системы	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да

	Знать строение, классификацию, номенклатуру, химические свойства и методы синтеза органических соединений для интерпретации и представления полученных результатов	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да
ПК-4.1 Осуществляет обоснованный отбор реагентов и методов для синтеза, выделения, очистки и анализа органических соединений	**Знать** методы получения наиболее распространенных катализаторов органических реакций.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да
	Уметь осуществлять научно обоснованный выбор катализаторов для осуществления органических реакций.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да
	Владеть приемами работы с катализаторами, чувствительными к кислороду и влаге воздуха.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
ПК-4.2 Подбирает аппаратурное оформление органических синтетических методов с учетом теоретических знаний о реакционной способности реагентов органического синтеза и селективности синтетических методов	**Владеть** техникой воспроизведения стандартных методик синтеза органических соединений с использованием гомогенных и гетерогенных катализаторов	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
	Уметь осуществлять сборку оборудования для проведения каталитических реакций.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
	Знать основное аппаратурное оформление каталитических процессов, осуществляемых в инертной атмосфере и при повышенном давлении.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 1	Нет	Да
Гомогенный катализ				
ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	**Владеть** приемами работы с катализаторами, чувствительными к кислороду и влаге воздуха.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
	Знать методы получения наиболее распространенных катализаторов органических реакций.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да

	Уметь осуществлять научно обоснованный выбор катализаторов для осуществления органических реакций.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да
ПК-2.2 Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	**Уметь** применять современные представления о каталитических процессах при планировании синтеза сложных органических структур.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да
	Знать основные каталитические методы построения углеродного скелета, введения и взаимного превращения функциональных групп.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да
	Владеть навыками выбора каталитических систем для реализации химических превращений с учетом современных представлений о принципах каталитической активации органических соединений.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да
ПК-2.4 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	**Владеть** навыками обобщения экспериментальных данных о каталитических процессах и их сопоставления с имеющимися данными о каталитических свойствах органических и неорганических соединений и закономерностях органических реакций.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
	Знать типы информационных химических ресурсов; особенности структурной химической информации.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да
	Уметь анализировать полученные экспериментальные данные об органических реакциях, протекающих в присутствии катализаторов различной природы.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
ПК-3.1 Применяет профессионально профилированные знания в области синтетической и структурной органической химии для выбора рациональных способов синтеза и модификации органических соединений	**Уметь** намечать пути синтеза новых органических веществ с заданными свойствами, используя современные катализаторы и каталитические системы	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да

	Знать строение, классификацию, номенклатуру, химические свойства и методы синтеза органических соединений для интерпретации и представления полученных результатов	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да
	Владеть знаниями в области синтетической и структурной органической химии для выбора рациональных способов синтеза и модификации органических соединений на основе каталитических реакций.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да
ПК-4.1 Осуществляет обоснованный отбор реагентов и методов для синтеза, выделения, очистки и анализа органических соединений	**Владеть** приемами работы с катализаторами, чувствительными к кислороду и влаге воздуха.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
	Знать методы получения наиболее распространенных катализаторов органических реакций.	Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да
		Контрольная работа №1	Да	Нет
	Уметь осуществлять научно обоснованный выбор катализаторов для осуществления органических реакций.	Контрольная работа №1	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да
ПК-4.2 Подбирает аппаратурное оформление органических синтетических методов с учетом теоретических знаний о реакционной способности реагентов органического синтеза и селективности синтетических методов	**Знать** основное аппаратурное оформление каталитических процессов, осуществляемых в инертной атмосфере и при повышенном давлении.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 2	Нет	Да
	Владеть техникой воспроизведения стандартных методик синтеза органических соединений с использованием гомогенных и гетерогенных катализаторов	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
	Уметь осуществлять сборку оборудования для проведения каталитических реакций.	Защита лабораторных работ №1-4	Да	Нет
Гетерогенный катализ и катализ иммобилизованными катализаторами.				
ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	**Владеть** приемами работы с катализаторами, чувствительными к кислороду и влаге воздуха.	Защита лабораторной работы №5	Да	Нет

	Уметь осуществлять научно обоснованный выбор катализаторов для осуществления органических реакций.	Контрольная работа №2	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да
	Знать методы получения наиболее распространенных катализаторов органических реакций.	Контрольная работа №2	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да
ПК-2.2 Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	**Знать** основные каталитические методы построения углеродного скелета, введения и взаимного превращения функциональных групп.	Контрольная работа №2	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да
	Уметь применять современные представления о каталитических процессах при планировании синтеза сложных органических структур.	Контрольная работа №2	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да
	Владеть навыками выбора каталитических систем для реализации химических превращений с учетом современных представлений о принципах каталитической активации органических соединений.	Контрольная работа №2	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да
ПК-2.4 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	**Владеть** навыками обобщения экспериментальных данных о каталитических процессах и их сопоставления с имеющимися данными о каталитических свойствах органических и неорганических соединений и закономерностях органических реакций.	Защита лабораторной работы №5	Да	Нет
	Уметь анализировать полученные экспериментальные данные об органических реакциях, протекающих в присутствии катализаторов различной природы.	Защита лабораторной работы №5	Да	Нет
	Знать типы информационных химических ресурсов; особенности структурной химической информации.	Контрольная работа №2	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да

ПК-3.1 Применяет профессионально профилированные знания в области синтетической и структурной органической химии для выбора рациональных способов синтеза и модификации органических соединений	**Знать** строение, классификацию, номенклатуру, химические свойства и методы синтеза органических соединений для интерпретации и представления полученных результатов	Контрольная работа №2	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да
	Уметь намечать пути синтеза новых органических веществ с заданными свойствами, используя современные катализаторы и каталитические системы	Контрольная работа №2	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да
	Владеть знаниями в области синтетической и структурной органической химии для выбора рациональных способов синтеза и модификации органических соединений на основе каталитических реакций.	Контрольная работа №2	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да
ПК-4.1 Осуществляет обоснованный отбор реагентов и методов для синтеза, выделения, очистки и анализа органических соединений	**Владеть** приемами работы с катализаторами, чувствительными к кислороду и влаге воздуха.	Защита лабораторной работы №5	Да	Нет
	Уметь осуществлять научно обоснованный выбор катализаторов для осуществления органических реакций.	Контрольная работа №2	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да
	Знать методы получения наиболее распространенных катализаторов органических реакций.	Контрольная работа №2	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да
ПК-4.2 Подбирает аппаратурное оформление органических синтетических методов с учетом теоретических знаний о реакционной способности реагентов органического синтеза и селективности синтетических методов	**Знать** основное аппаратурное оформление каталитических процессов, осуществляемых в инертной атмосфере и при повышенном давлении.	Защита лабораторной работы №5	Да	Нет
		Ответы на вопросы по теоретической части по разделу 3	Нет	Да
	Уметь осуществлять сборку оборудования для проведения каталитических реакций.	Защита лабораторной работы №5	Да	Нет

	Владеть техникой воспроизведения стандартных методик синтеза органических соединений с использованием гомогенных и гетерогенных катализаторов	Защита лабораторной работы №5	Да	Нет

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Формы текущего контроля успеваемости

Контрольная работа № 1.

САМАРСКИЙ ПОЛИТЕХ Опорный университет	**МИНОБРНАУКИ РОССИИ** **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования** **«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1
БИЛЕТ № 1

по дисциплине ***«Катализ в органическом синтезе»***
Направление 04.04.01 Факультет ХТФ Семестр 2

1 Темплатный синтез - это:

а) реакция обмена алкилиденовых остатков между двумя молекулами алкенов;
б) процесс комплексообразования, в котором ион металла выступает в качестве матрицы для образования новых металлоциклов или макроциклических соединений.

2 Выберите реакции, относящиеся к каталитическому гидроформилированию:

а) $CH_3OH + CO \rightarrow CH_3COOH$;

б) $R\text{-}CH{=}CH_2 + CO + H_2O \rightarrow R\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH + R\text{-}CH(CH_3)\text{-}COOH$;

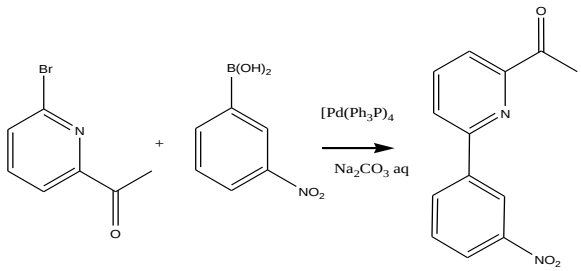
в) $R\text{-}CH{=}CH_2 + CO + H_2 \rightarrow R\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}C(O)H + R\text{-}CH(CH_3)\text{-}C(O)H$.

3 Схема

$R: + HA \rightarrow [R{:}\ldots H\text{-}A] \rightarrow$ продукты реакции + HA

описывает
а) специфический кислотный катализ;
б) общий кислотный катализ.

4 Отнесите данное химическое превращение к одному из типов реакций:



а) реакция Кумада; б) реакция Хека; в) реакция Сузуки; г) реакция Негиши.

Составил _____ Резников А.Н.
подпись

Утверждаю:
Зав. кафедрой _____ Климочкин Ю.Н.
подпись Ф.И.О.

«__» _____ г.

«__» _____ г.

Контрольная работа № 2.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2
БИЛЕТ № 1

по дисциплине ***«Катализ в органическом синтезе»***
Направление 04.04.01 Факультет ХТФ Семестр 2

1 Структура цеолитов образована:

а) фрагментами $[SiO_4]^{4-}$ и $[AlO_4]^{5-}$;

б) фрагментами $[SiO_3]^{2-}$ и Ca^{2+};

в) ионами $[AlO_2]^{2-}$ и Ca^{2+}

2 Иммобилизованные катализаторы могут быть получены:

а) соосаждением солей переходных металлов из растворов;

б) закреплением металла на подложке с последующей обработкой лигандами;

в) прививкой лиганда и последующей координацией соединения переходного металла;

г) гетерогенизацией комплекса переходного металла.

3 Окислительно-восстановительная реакция:

$$[Co(NH_3)_5(OAc)]^{2+} + [Cr(H_2O)_6]^{2+} \rightarrow [Co(NH_3)_5(H_2O)]^{2+} + [Cr(H_2O)_5(OAc)]^{2+} + H_2O,$$

является примером:

а) окислительно-восстановительной реакции с внешнесферным механизмом;

б) окислительно-восстановительной реакции с мостиковым механизмом.

4 Для образования твердых суперкислот необходимо:

а) наличие бренстедовских кислотных центров на поверхности гетерогенного катализатора и модификатора - кислоты Льюиса;

б) наличие бренстедовских основных центров на поверхности гетерогенного катализатора и модификатора - кислоты Льюиса;

в) наличие бренстедовских кислотных центров на поверхности гетерогенного катализатора и модификатора - основания Льюиса.

Составил _____ Резников А.Н.
подпись

«__» _____ г.

Утверждаю:
Зав. кафедрой _____ Климочкин Ю.Н.
подпись Ф.И.О.

«__» _____ г.

Формы промежуточной аттестации

Перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

1. Исторические аспекты развития катализа и изучения каталитических процессов. Понятия «катализ» и «катализаторы».
2. Принцип действия катализаторов. Скорость химических реакций. Энергетический барьер. Энергетическая диаграмма каталитического процесса. Переходные состояния.
3. Промоторы. Каталитические яды.
4. Классификация каталитических процессов по химической природе катализатора: кислотно-основной катализ, металлокомплексный катализ, ферментативный катализ, органокатализ.
5. Специфический и общий кислотно-основной катализ.
6. Виды катализа: гомогенный и гетерогенный катализ, гетерогенно-гомогенный катализ, мицеллярный катализ, межфазный, нанокатализ.
7. Корреляционные соотношения между константами кислотности (основности) и константами скорости реакции для специфического и общего кислотно-основного катализа.
8. Кислотный катализ протонными кислотами (кислотами Бренстеда). Механизмы катализа протонными кислотами: A1 и A2.
9. Кислотный катализ апротонными кислотами (электрофильный катализ). Суперкислоты Льюиса и комплексные суперкислоты.
10. Прикладные реакции, катализируемые кислотами и основаниями: алкилирование и сульфирование ароматических углеводородов; этерификация; переэтерификация; реакции по карбонильной группе.
11. Основной катализ. Понятие. Основные типы основных катализаторов. Механизмы основного катализа: B1 и B2.
12. Нуклеофильный катализ. Механизм. Основные типы нуклеофильных катализаторов. Примеры каталитических реакций.
13. Прикладные реакции, катализируемые кислотами и основаниями: реакции изомеризации углеродного скелета в ряду алициклических соединений (перегруппировка Вагнера-Меервейна, перегруппировка Наметкина); пинаколиновая и ретропинаколиновая перегруппировки.
14. Прикладные кислотно-катализируемые реакции: перегруппировка Бекмана. Механизм.
15. Комплексы переходных металлов. Природа химической связи и координация молекул. Электронные и пространственные эффекты лигандов. Общее понятие о транс-цис-влиянии и транс-эффекте. σ-Донорные и π-акцепторные свойства лигандов.
16. Три типа реакций замещения лигандов в комплексах переходных металлов: диссоциативный, ассоциативный, синхронный.
17. Стадии и механизм металлокомплексного катализа. Элементарные стадии: окислительное присоединение, реакции внедрения, альфа-, бета- и другие типы элиминирования, гаптотропные перегруппировки, реакции переноса электрона, восстановительное элиминирование, окислительное сочетание и восстановительное расщепление.
18. Механизм реакции гидрирования, катализируемой комплексами переходных металлов.
19. Механизм реакции гидроформилирования, катализируемой комплексами переходных металлов. Наиболее распространенные катализаторы гидроформилирования.
20. Механизм реакции гидросилилирования. Катализаторы Спайера и Карстеда.
21. Метатезис алкенов: основные типы каталитических реакций. Механизм реакции метатезиса.
22. Вакер-процесс: понятие, механизм, использование в промышленности.
23. Реакции кросс-сочетания, катализируемые комплексами переходных металлов. Механизм реакции Хека. Типы используемых катализаторов.

24. Реакции кросс-сочетания, катализируемые комплексами переходных металлов. Механизм реакции Кумада. Типы используемых катализаторов.
25. Реакции кросс-сочетания, катализируемые комплексами переходных металлов. Механизм реакции Соногашира. Типы используемых катализаторов.
26. Реакции кросс-сочетания, катализируемые комплексами переходных металлов. Механизм реакции Сузуки. Типы используемых катализаторов.
27. Димеризация и олигомеризация (циклоолигомеризация) непредельных соединений при катализе комплексами переходных металлов. Взаимосвязь между строением металлокомплексных катализаторов и направлением реакции.
28. Катализируемые комплексами переходных металлов реакции карбонилирования спиртов и галогенпроизводных. Окислительное карбонилирование (синтез акриловой кислоты и ее эфиров из этилена и оксида углерода). Гидрокарбоксилирование непредельных соединений.
29. Механизм активации молекулярного кислорода в координационной сфере переходных металлов. Эпоксидирование алкенов в присутствии катализаторов на основе W, Mo, V, Ti.
30. Темплатный синтез: понятие, примеры (получение фталоцианиновых комплексов).
31. Механизм передачи хиральности в асимметрическом металлокомплексном катализе. Наиболее распространенные хиральные лиганды в энантиоселективном катализе комплексами переходных металлов.
32. Асимметрический катализ. Некоторые представления о механизме передачи хиральности. Примеры асимметрических реакций (гидрирование, гидросилилирование, гидроборирование, гидроформилирование, гидроцианирование, арилирование олефинов).
33. Классификация гетерогенных катализаторов по принципу действия. Стадии гетерогенного катализа. Области протекания реакций. Адсорбция и хемосорбция реагентов при катализе. Десорбция.
34. Механизм активации реагентов при гетерогенном катализе на переходных металлах и их оксидах (гидрирование и дегидрирование углеводородов).
35. Механизм активации реагентов при гетерогенном катализе на переходных металлах и их оксидах (метатезис алкенов).
36. Механизм активации реагентов при гетерогенном катализе на переходных металлах и их оксидах (окисление этилена в оксиран).
37. Гетерогенный катализ переходными металлами и их соединениями: гидрирование и дегидрирование углеводородов; гидрирование альдегидов, сложных эфиров, нитросоединений, нитрилов.
38. Гетерогенный кислотно-основной катализ. Природа кислотных и основных центров. Кислотные катализаторы и носители (оксид алюминия, силикагель и алюмосиликаты, соли металлов, твердые суперкислоты).
39. Гетерогенный кислотно-основной катализ. Природа кислотных и основных центров на поверхности оксидов алюминия и кремния, солей переходных металлов.
40. Цеолиты: методы получения, строение кристаллической решетки, каталитические свойства.
41. Гетерогенные катализаторы основного характера (щелочные и щелочноземельные металлы на носителях, оксиды металлов). Их применение в органическом синтезе.
42. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы (гидрирование, дегидрирование, гидратация алкенов, синтезы на основе оксида углерода и водорода, окислительный аммонолиз пропилена, ацетоксилирование диенов, окислительное метилирование углеводородов, полимеризация). Примеры реакций и типы используемых катализаторов.
43. Катализ иммобилизованными катализаторами. Основные подходы к созданию гетерогенных металлокомплексных катализаторов: адсорбция комплексов переходных металлов на носителе; ионное связывание комплексов переходных металлов с носителем; пи-координация комплексов переходных металлов на носителе, играющем роль

макролиганда; сигма-связывание комплексов переходных металлов с носителем за счет функциональных групп последнего; включение комплексов переходных металлов в гель. Гетерогенизация на минеральных носителях (кремнеземы, оксид алюминия, алюмосиликаты).
44. Понятие нанокатализа. Катализ на наночастицах металлов, нанооксидах. Полупроводниковые наночастицы, нанопроволоки и нанотрубки. Кластеры. Синтетические дендритные катализаторы. Гетерополисоединения.
45. Понятие межфазного катализа. Типы межфазных катализаторов.
46. Механизм межфазного катализа «ониевыми» солями. Каталитический цикл Старкса. Взаимосвязь строения межфазных катализаторов и их активности. Ряд липофильности катионов. Экстракционная способность анионов.
47. Практическое использование межфазного катализа в реакциях С-алкилирования активированных метиленовых групп.
48. Практическое использование межфазного катализа в реакциях нуклеофильного замещения (обмен галогенов, получение нитрилов, сложных эфиров, тиолов и сульфидов).
49. Реакции образования и присоединения дихлоркарбена в условиях межфазного катализа.
50. Механизм межфазного катализа краун-эфирами.

Примерная структура билета

САМАРСКИЙ ПОЛИТЕХ
Опорный университет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Органическая химия»
БИЛЕТ К ЗАЧЕТУ № 1
по дисциплине «Катализ в органическом синтезе»

1. Исторические аспекты развития катализа и изучения каталитических процессов. Понятия «катализ» и «катализаторы».

2. Элементарные стадии металлокомплексного катализа: окислительное присоединение, реакции внедрения, альфа-, бета- и другие типы элиминирования, гаптотропные перегруппировки, реакции переноса электрона, восстановительное элиминирование, окислительное сочетание и восстановительное расщепление.

3. Цеолиты: методы получения, строение кристаллической решетки, каталитические свойства.

Для направления 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Семестр 9

Составитель:
_____ Резников А.Н.
«____» _____ 20__ года

Заведующий кафедрой
_____ Климочкин Ю.Н.
«____» _____ 20__ года

Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины на промежуточной аттестации

Шкала оценивания

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций 90% более (в соответствии с картами компетенций ОП): студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций на 80% и более (в соответствии с картами компетенций ОП): обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОП): обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций менее чем 59% (в соответствии с картами компетенций ОП): при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.