

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО КНИТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 28 » 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.В.ДВ.7.1. «Реакционная способность химических соединений»**

Направление подготовки **18.03.01 «Химическая технология»**
(шифр) (наименование)

для профилей:

«Технология и переработка полимеров»

Квалификация (степень) выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Институт, факультет **Институт нефти, химии и нанотехнологий;
Факультет нефти и нефтехимии.**

Кафедра-разработчик рабочей программы **Органическая химия**

Курс – 3 Семестр – 5.

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0.5
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1.0
Самостоятельная работа	54	1.5
Всего	108	3
Форма аттестации	зачет	

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования № 1005 от 11 августа 2016 г. по направлению **18.03.01 «Химическая технология»**
(шифр) (наименование)
для профилей:

«Технология и переработка полимеров»

на основании утвержденного учебного плана и примерной программы по дисциплине
Рабочая программа составлена для набора обучающихся 2015, 2016, 2017 г.г.

Разработчики программы:

профессор



/ Гаврилова Е.Л./

доцент



/ Захаров В.М./

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *органической химии*,
протокол от 04.09. 20 18 г. № 1

Зав. кафедрой



Синяшин О.Г.

(подпись)

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии
Факультета нефти и нефтехимии

от 20.09 20 18 г. № 2

Председатель комиссии, профессор



(подпись)

Башкирцева Н.Ю..

(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии
Института нефти, химии и нанотехнологий (ИНХН)

от 20.09 20 18 г. № 2

Председатель комиссии, профессор



Начальник УМЦ



Башкирцева Н.Ю..

Китаева Л.А.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины *реакционная способность химических соединений* являются

а) *формирование знаний о*

- *взаимосвязи природы химической связи с электронным строением и реакционной способностью химических соединений;*
- *механизмах химических реакций;*
- *регио- и стереоселективности реакций органических соединений;*

б) *раскрытие сущности процессов, происходящих при химических превращениях органических веществ.*

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина *реакционная способность химических соединений* относится к дисциплинам по выбору вариативной части математического и естественнонаучного цикла ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки *химическая технология* набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской и производственно-технологической профессиональной деятельности.

Для успешного освоения дисциплины *реакционная способность химических соединений* бакалавр по направлению подготовки *химическая технология* должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) *высшая математика;*
- б) *физика;*
- в) *общая и неорганическая химия;*
- г) *органическая химия.*

Дисциплина *реакционная способность химических соединений* является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) *технология нефти и природных газов;*
- б) *моделирование химико-технологических процессов;*
- в) *химическая технология производства топлив;*
- г) *химическая технология производства смазочных масел;*
- д) *химия нефти;*

е) теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов;

Знания, полученные при изучении дисциплины *реакционная способность химических соединений* могут быть использованы при прохождении учебной, производственной, преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки *химическая технология*.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

1. ОПК-3 ^{подвижность} использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире;

2. ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать:
 - а) понятия химическая связь, электронная структура, тип реакции (электрофильный, нуклеофильный, радикальный, присоединения, замещения, элиминирования), механизм реакции;
 - б) типы химических связей и современные методы их описания;
 - в) электронную структуру химических соединений и ее взаимосвязь с реакционной способностью, механизмами основных типов реакций;
- 2) Уметь:
 - а) ориентироваться в системе знаний о химической связи, об электронном строении веществ;
 - б) прогнозировать реакционную способность веществ;
 - в) разбираться в механизмах главных типов реакций;
- 3) Владеть:
 - а) экспериментальными методами изучения реакционной способности органических соединений;

химических соединений

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам	
			лекции	семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	лабораторные работы	СРС			
1	Химическая связь и электронное строение химических соединений.	5	2		0	10		Использование мультимедийных средств, использование учебных электронных изданий и ресурсов образовательных российских и зарубежных сайтов.	Реферат
2	Химическая реакция и реакционная способность.	5	2		0	15		Использование мультимедийных средств, использование учебных электронных изданий и ресурсов образовательных российских и зарубежных сайтов.	Реферат
3	Термодинамика и кинетика химических реакций.	5	4		8	15		Использование мультимедийных средств, использование учебных электронных изданий и ресурсов образовательных российских и зарубежных сайтов.	Реферат, коллоквиум
4	Механизмы реакций.	5	10		28	14		Использование мультимедийных средств, использование учебных электронных изданий и ресурсов образовательных российских и зарубежных сайтов.	Реферат, коллоквиум, доклад
Форма аттестации									Зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

	Раздел дисциплины	часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Химическая связь и электронное строение химических соединений.	2	Лекция 1. Введение в дисциплину «Реакционная способность химических соединений».	Электронная теория химической связи. Остов атома и валентные электроны. Ионная и ковалентная связи. Донорно-акцепторные связи и пути их образования. Семиполярная связь. Электроотрицательность элементов и полярность гетероядерной связи. Одинарные связи и их фундаментальные характеристики: длина, энергия, степень ионности, полярность	ОПК-3, ПК-16.
2	Химическая реакция и реакционная способность.	2	Лекция 2. Химическая реакция и реакционная способность. Классификация и определение.	Химическая реакция как процесс разрыва и образования новых связей или процесс меж- или внутримолекулярного перераспределения связей. Классификация реакций по направлению: присоединение (А), замещение (S), элиминирование (Е), изомеризация и перегруппировки, циклоприсоединение и электроциклические реакции. Классификация по типу разрыва химических связей: реакции с гомолитическим разрывом связи – свободнорадикальные, с гетеролитическим разрывом связи – ионные реакции. Цепные реакции. Нуклеофилы и электрофилы. Классификация их по природе атомов, проявляющих электронодонорные или электроноакцепторные свойства. Амбидентные нуклеофилы и электрофилы.	ОПК-3, ПК-16
3	Термодинамика и кинетика химических реакций.	4	Лекция 3. Термодинамика химических реакций.	Изменение свободной энергии Гиббса и ее связь с энтальпией, энтропией и константой равновесия. Возможность и пределы протекания реакции. Формальная кинетика. Понятие о скорости реакции. Закон скорости и порядок реакции. Кинетические уравнения необратимых реакций первого и второго порядка. Скорость определяющая (лимитирующая) стадия и молекулярность реакции. Моно- и бимолекулярные реакции. Теоретические представления химической кинетики: теория активных соударений; уравнение Аррениуса; физический смысл предэкспоненциального множителя. Приближение активированного комплекса или переходного состояния.	ОПК-3, ПК-16

			<i>Лекция 4.</i> Теория кислот и оснований Бренстеда и Льюиса.	Поверхность потенциальной энергии, координата реакции. Энергетические диаграммы одно- и двухстадийных реакций. Энергия активации (E_a), энтальпия ($\Delta H^\ddagger$), энтропия ($\Delta S^\ddagger$), активации и их взаимосвязь. Переходное состояние, интермедиат. Основные типы интермедиатов (свободные радикалы, карбокатионы, карбоанионы, карбены), их строение, относительная устойчивость, направления стабилизации. Структура переходного состояния, сопоставление его структуры со структурами исходных и конечных веществ и интермедиатов. Постулат Хэммонда. Кинетический и термодинамический контроль реакции. Кинетический изотопный эффект. Органические соединения как кислоты и основания. Сопряженные основания и связь их устойчивости с силой кислоты. Константы кислотности и pK_a для важнейших классов органических соединений. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Принцип ЖМКО Пирсона. Основы корреляционного анализа. Принцип линейности свободных энергий (ЛСЭ). Уравнение Гаммета – классический пример этого принципа. Реакционная серия с переменными заместителями. Константы заместителей (σ) и множественность их значений. Стерические константы заместителей (E_s). Реакционная константа (ρ) и ее связь с механизмом реакции. σ, ρ- анализ в химии.	
4	Механизмы реакций.	10	<i>Лекция 5.</i> Определение понятия «механизм реакции». Методы исследования механизмов реакций <i>Лекция 6.</i> Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода.	Методы исследования механизмов реакций: установление природы и соотношения продуктов реакции, выделение и установление строения интермедиатов химическими и физическими методами, изотопная метка, изотопные эффекты, кинетические (закон скорости и молекулярность реакций) и стереохимические (образование стереоизомеров и их соотношение) методы. Замещение галогена у насыщенного углеродного атома. Особенности замещения гидроксила. Механизм ионизации замещение (S_N1). Кинетика, несогласованность процесса, интермедиаты, возможность их изомеризации и образования нетривиальных продуктов. Энергетическая диаграмма замещения.	ОПК-3, ПК-16

			<i>Лекция 7.</i> Нуклеофильное замещение в ароматическом ядре <i>Лекция 8</i> Элиминирование. <i>Лекция 9.</i> Электрофильное замещение в ароматическом ядре	Влияние отдельных факторов на реакционную способность субстрата: его строение, характер уходящей группы (нуклеофуга), сила и концентрация нуклеофильного агента, природа растворителя. Стереохимический признак S_N1 процесса. Механизм прямого замещения (S_N2). Кинетика, согласованность процесса, переходное состояние. Энергетическая диаграмма замещения. Влияние стерических эффектов групп, природы растворителя, концентрации нуклеофила. Стереохимический признак S_N2 процесса, тыльная атака и полное обращение конфигурации. Реакционная способность. Два механизма замещения: элиминирование – присоединение и присоединение – элиминирование. Влияние заместителей на тип механизма. Интермедиаты-дегидроарены, σ-комплексы. Реакции дегидрогалогенирования и дегидратации. $E1$ и $E2$ процессы. Основные их признаки и энергетические диаграммы. Изомеризация интермедиатов и образование нетривиальных продуктов. Изотопный эффект. Проблемы регио- и стереоселективности (анти-элиминирование). Скорость определяющая стадия, электронные эффекты, ориентирующее влияние заместителей и проблемы региоселективности.	
--	--	--	---	---	--

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)

Семинарские занятия не предусмотрены учебным планом.

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Целью лабораторных занятий является выработка у бакалавров практических умений по установлению механизмов химических реакций, а также умению пользоваться справочной химической литературой.

Лабораторные работы проводятся в помещениях учебных лабораторий кафедры органической химии с использованием специального оборудования

п/п	Раздел дисциплины	часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1.	Химическая связь и электронное строение химических соединений	0	-	-	
2	Химическая реакция и реакционная способность.	0	-	-	
3	Термодинамика и кинетика химических реакций.	8	1. Кислотно-основные представления в органической химии. Кислотность спиртов.	В пронумерованных пробирках находятся следующие спирты: этиловый, изопропиловый, н-бутиловый, трет-бутиловый. При помощи качественных пробирочных реакций с использованием металлического натрия, определите - в какой последовательности расположатся перечисленные спирты по возрастанию кислотности? Приведите объяснения.	ОПК-3, ПК-16
4	Механизмы реакций.	8 12 8 Всего 28	1. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Реакции замещения гидроксильной группы в спиртах. 2. Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Нитрозирование фенолов. 3. Нуклеофильное присоединение по карбонильной группе. Синтез иодоформа.	1. В пронумерованных пробирках находятся следующие спирты: этиловый, изопропиловый, трет-бутиловый. При помощи качественных пробирочных реакций с хлоридом цинка в соляной кислоте идентифицируйте спирты. Запишите ваши наблюдения при проведении реакций и приведите уравнения соответствующих реакций. 2. В вашем распоряжении имеются два вещества: фенол и 4-бромфенол. Каждое из этих	ОПК-3, ПК-16

				веществ нужно обработать реагентами в указанной последовательности, внимательно наблюдая за происходящими с реакционной массой изменениями. Определите, какие химические реакции являются причиной внешних изменений реакционной массы при нитрозировании фенолов. 3. Проведите синтез и напишите механизм реакции расщепления триодэтаноля.	
--	--	--	--	--	--

8. Самостоятельная работа бакалавра.

п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Электронное строение органических соединений	10	Изучение учебных пособий	ОПК-3, ПК-16
2	Амбидентные нуклеофилы и электрофилы.	15	Изучение учебных пособий, написание реферата	ОПК-3, ПК-16
3	Стерические константы заместителей (E_s). Реакционная константа (ρ) и ее связь с механизмом реакции. σ , ρ - анализ в химии. Сопряженные основания и связь их устойчивости с силой кислоты. Константы кислотности и pK_a для важнейших классов органических соединений.	15	Написание реферата Подготовка лабораторной работы, оформление отчета по лабораторной работе.	ОПК-3, ПК-16
4	1. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Реакции замещения гидроксильной группы в спиртах.	14	Подготовка лабораторной работы, оформление отчета по	ОПК-3, ПК-16

2. Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Нитрозирование фенолов.		лабораторной работе.	
3. Нуклеофильное присоединение по карбонильной группе. Синтез иодоформа.			

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При изучении дисциплины *реакционная способность химических соединений* предусматривается выполнение лабораторных работ, написание рефератов, подготовка доклада. Таким образом, максимальное количество баллов, набранное за семестр – 100, минимальное количество баллов – 60:

№ п/п	Оценочные средства	Количество оценочных средств	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
1	Лабораторные работы	4	30	60
2	Рефераты	2	10	20
3	Доклад	1	20	20
	Итого	7	60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Реакционная способность химических соединений» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 1 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва :	ЭБС Лань: http://e.lanbook.com/books/

Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 570 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94167 .	Доступ из любой точки интернета после регистрации с ip- адресов КНИТУ
Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 2 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 626 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94168	ЭБС Лань: http://e.lanbook.com/books/ Доступ из любой точки интернета после регистрации с ip- адресов КНИТУ
Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 3 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 547 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94166 .	ЭБС Лань: http://e.lanbook.com/books/ Доступ из любой точки интернета после регистрации с ip- адресов КНИТУ
Реутов, О.А. Органическая химия : в 4 ч. Ч. 4 [Электронный ресурс]: учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 729 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/84139	ЭБС Лань: http://e.lanbook.com/books/ Доступ из любой точки интернета после регистрации с ip- адресов КНИТУ
Самуилов, Я.Д. Реакционная способность органических соединений: Учеб. пособие/ Я.Д. Самуилов, Е.Н. Черезова // Казань, ГОУ ВПО «Казан. гос. технол. ун-т», 2010. - 418 с.	69 экз. в УНИЦ КНИТУ
Михайлов, О.В. Систематика и номенклатура химических веществ: учебное пособие / О.В. Михайлов. – М.: КДУ, 2008. – 296 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
Гуревич, П.А. Технологические и биохимические основы алкогольсодержащих напитков: учебное пособие/ П.А. Гуревич, И.С. Докучаева, М.К. Герасимов. – Санкт-Петербург: «Проспект науки», 2007. – 448 с.	207 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Газизов, М.Б. Англо-русский химический словарь: около 45 000 терминов / М.Б. Газизов [и др.] — М. : Альфа-М, 2010 .— 621 с.	100 экз. в УНИЦ КНИТУ
Теоретические и методические основы инновационной подготовки инженеров в исследовательском университете: коллективная монография / под ред. В.Г.Иванова, Л.И. Гурье. – Казань: ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования», 2012.– 288 с.	25 экз. кафедре ИПП
Шагеева Ф.Т. Современные образовательные технологии в инженерном вузе: монография / Ф.Т. Шагеева, В.Г.Иванов. – Казань: РИЦ «Школа», 2007. – 126 с	25 экз. на кафедре ИПП
Травень, В.Ф. Органическая химия : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 401 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/84108	ЭБС Лань: http://e.lanbook.com/books/ Доступ из любой точки интернета после регистрации с ip-адресов КНИТУ
Травень, В.Ф. Органическая химия : учебное пособие для вузов : в 3 ч. Т. 2 [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 550 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/84109	ЭБС Лань: http://e.lanbook.com/books/ Доступ из любой точки интернета после регистрации с ip-адресов КНИТУ
Травень, В.Ф. Органическая химия : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. 3 [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 391 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/84110	ЭБС Лань: http://e.lanbook.com/books/ Доступ из любой точки интернета после регистрации с ip-адресов КНИТУ
Синяшин, О. Г. Органическая химия: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Хим. технология" / О.Г. Синяшин, П.А. Гуревич, Е.Л.	400 экз. в УНИЦ КНИТУ

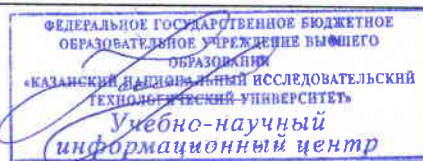
11.3. Электронные источники информации

В качестве электронных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

1. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека, система РИНЦ.
2. <http://elbib.gpntb.ru/> - Электронная библиотека ГПНТБ России.
3. <http://cyberleninka.ru/about> - Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка». <http://www.scintific.narod.ru/index.htm> - Каталог научных ресурсов. В данном разделе собраны ссылки на специализированные научные поисковые системы, электронные архивы, средства поиска статей и ссылок.
4. Google Scholar - Поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций.
5. <http://neicon.ru> - Национальный электронно-информационный консорциум НЭИКОН.
6. <http://uisrassia.msu.ru> - Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) создана и поддерживается, как база электронных ресурсов для исследований и образования в области гуманитарных наук и с 2000 года открыта для коллективного доступа университетов, вузов, научных институтов РФ и специалистов.
7. ЭБС Лань - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
8. Электронный каталог УНИЦ <http://ruslan.kstu.ru>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

1. Лекционные занятия:

- a) аудитория Д-414, оснащенная презентационной техникой;
- b) аудитория Д-232, оснащенная оборудованием для проведения лекционного эксперимента и комплектом таблиц и плакатов, иллюстрирующих содержание дисциплины;

2. Лабораторные работы:

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «*Реакционная способность химических соединений*»

пересмотрена на заседании кафедры органической химии

(наименование кафедры)

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № ____ от ____ . ____ 20 ____)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработ- чика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника ОАиД
		нет	нет			