

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
 (НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 13 » 05 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине **Б1.В. ДВ.03.02 Радикально-цепные процессы и инициаторы**

Направление подготовки **18.03.01 «Химическая технология»**

(шифр)

(наименование)

Профиль **«Химическая технология органических веществ»**

Квалификация выпускника **БАКАЛАВР**

Форма обучения **очная, очно-заочная, заочная**

Факультет **Технологический**

Кафедра-разработчик рабочей программы **Нефтехимического синтеза**

Курс **3**, семестр **6** (оч.); курс **4**, семестр **7** (оч.-заоч., заоч.)

Очная	Часы	Зач. единицы
Лекции	36	1
Лабораторные занятия	36	1
Контроль самостоятельной работы	9	0,25
Самостоятельная работа	36	1
Форма аттестации (часы на контроль)	экзамен (27)	0,75
Всего	144	4
Очно-заочная	Часы	Зач. единицы
Лекции	18	0,5
Лабораторные занятия	18	0,5
Контроль самостоятельной работы	36	1
Самостоятельная работа	36	1
Форма аттестации (часы на контроль)	экзамен (36)	1
Всего	144	4
Заочная	Часы	Зач. единицы
Лекции	10	0,28
Лабораторные занятия	10	0,28
Контроль самостоятельной работы	14	0,38
Самостоятельная работа	101	2,81
Форма аттестации (часы на контроль)	экзамен (9)	0,25
Всего	144	4

Нижнекамск, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 922 от 07.08.2020) по направлению 18.03.01 «Химическая технология»
(номер, дата утверждения) (шифр) (наименование направления)
на основании учебного плана набора обучающихся 2023.

Разработчик программы:

доцент кафедры Нефтехимического синтеза
(должность)


(подпись)

С.В. Вдовина
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Нефтехимического синтеза, протокол от 12 апреля 2023 г. № 8

Зав. кафедрой


(подпись)

Р.З. Агзамов
(Ф.И.О)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Радикально-цепные процессы и инициаторы» являются:

- а) углубленное изучение химии и теоретических основ радикальных процессов;
- б) изучение методов инициирования и механизмов радикально-цепных реакций;
- в) освоение технологий радикально-цепных процессов химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 «Радикально-цепные процессы и инициаторы» относится формируемой участниками образовательных отношений части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Радикально-цепные процессы и инициаторы» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- Б1.О.12 Математика
- Б1.О.13 Физика
- Б1.О.17 Общая химия
- Б1.О.19 Органическая химия
- Б1.О.20 Аналитическая химия
- Б1.О.21 Физическая химия
- Б1.О.22 Коллоидная химия
- Б1.О.25 Теория химико-технологических процессов
- Б1.О.29 Общая химическая технология
- Б1.О.32 Процессы и аппараты химических технологий

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 «Радикально-цепные процессы и инициаторы» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- Б1.О.28 Инструментальные методы анализа
- Б1.О.30 Химические реакторы
- Б1.О.31 Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов
- Б1.В.02 Основы промышленной безопасности
- Б1.В.03 Общезаводское хозяйство предприятий
- Б1.В.04 Патентоведение
- Б1.В.05 Оборудование заводов основного органического и нефтехимического синтеза
- Б1.В.06 Технология основного органического и нефтехимического синтеза
- Б1.В.07 Основы проектирования нефтехимических производств
- Б1.В.08 Нефтехимический синтез (междисциплинарный курсовой проект)

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Радикально-цепные процессы и инициаторы» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-1 Способен к обеспечению выработки компонентов и приготовление товарной продукции.

ПК-1.1 Знает технологию производства товарной продукции; основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации; технические требования, предъявляемые к сырью, материалам, катализаторам, готовой товарной продукции.

ПК-1.2 Умеет осуществлять оперативное руководство работой производственного подразделения и организовывать работу подчиненного персонала на выполнение производственной программы и качества товарной продукции; проводить сверку

сходимости баланса потребляемого сырья и выработки товарной продукции; рассчитывать планируемую потребность присадок, реагентов, катализаторов, материалов для выполнения производственных заданий на планируемый период с указанием срока поставки.

ПК-1.3 Владеет навыками руководства деятельностью технологического участка и подчиненным персоналом; контроля соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом; применения мер по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента; подготовки предложений по разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов, повышающих качество товарной продукции.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

1) Знать:

а) основные определения, постулаты и уравнения химической кинетики, законы и основы теории реакционной способности органических соединений;

б) основные методы кинетического анализа сложных реакций с использованием принципа стационарности;

в) основные технологии радикально-цепных процессов промышленного органического синтеза;

г) методы инициирования радикальных процессов.

2) Уметь:

а) использовать методы кинетического анализа для выполнения расчетов основных показателей процесса – конверсия, время реакции, объем реактора с использованием дифференциальных и интегральных уравнений скорости для различных реакций, а также оценить эффективность процесса;

б) собирать данные по сложным проблемам, возникающим в процессе осуществления профессиональной деятельности, определять, интерпретировать и ранжировать полученные знания.

3) Владеть:

а) методами работы с основными приборами для определения состава, термических, электрофизических и спектральных свойств смесей газов и жидкостей;

б) методиками проведения необходимых экспериментов, обработки полученных результатов, в том числе с использованием программных продуктов;

в) сведениями об основных технологиях промышленных радикально-цепных процессов и навыками контроля соблюдения технологических параметров этих процессов в пределах, утвержденных технологическим регламентом.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Радикально-цепные процессы и инициаторы»

Общая трудоемкость дисциплины для очной, очно-заочной, заочной форм обучения составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр (оч/оч-заоч/заоч)	Виды учебной работы (в часах) для очной / очно-заочной / заочной форм обучения				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лаборатор ные работы	КСР	СРС	
1	Теоретические основы радикальных процессов	6/7	18/9/5	18/9/5	5/20/8	24/24/70	Лабораторные работы №1-3, коллоквиумы №1,2 контрольная работа, экзамен
2	Радикальные реакции	6/7	18/9/5	18/9/5	4/16/6	12/12/31	Лабораторные работы №4-6, коллоквиумы №3,4, контрольная работа, экзамен
	Всего		36/18/10	36/18/10	9/36/14	36/36/101	
Форма аттестации		очная форма: экзамен 6 семестр (27 ч); очно-заочная форма: экзамен 7 семестр (36 ч); заочная форма: экзамен 7 семестр (9 ч)					

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы оч/ оч-заоч/ заоч	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Теоретические основы радикальных процессов	2/1/0,5	Тема №1. Активные частицы в органическом синтезе	Радикалы, карбены, ионы, ион-радикалы, комплексы металлов, металло-органические соединения. Основы теории реакционной способности органических соединений. Связь кинетики с термодинамикой. Принцип Белла-Эванса-Поляни. Уравнения Бренстеда, Гаммета, Тафта, Поляни-Семенова. Правила отбора элементарных стадий при выдвижении гипотез о механизме реакций	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		2/1/1	Тема №2. Теория реакций в газовой фазе	Полуклассическая теория столкновений. Термическая релаксация. Мономолекулярные и бимолекулярные реакции	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		4/2/1	Тема №3. Теория реакций в конденсированных средах	Теория переходного состояния. Теория элементарного акта. Теория реакций, зависящих от подвижности реагентов. Примеры химических процессов в конденсированной фазе	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		6/3/1,5	Тема № 4. Типы реакций свободных радикалов	Радикальные и ион-радикальные реакции. Цепные радикальные реакции. Реакции радикалов: рекомбинация (сочетание), диспропорционирование, β-распад, замещение, присоединение.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		4/2/1	Тема №5. Инициаторы. Способы генерирования радикалов	Типичные инициаторы. Основные инициаторы: органические и неорганические пероксиды, азосоединения, нитрозаанилиды, триазены, элементо-органические соединения (в т.ч. карбонилы металлов), дибензилы. Генерирование радикалов путем фотолиза, термолиза, радиолиза, разрывом лабильных связей, предварительно введенных в макромолекулы полимеров, путем переноса электрона от металла. Причина высокой реакционной способности радикалов. Стабильные радикалы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	Радикальные реакции	6/3/1	Тема № 6. Радикальные и ион-радикальные реакции	Реакции присоединения (гидрогалогенирование, карбохлорирование, присоединение четыреххлористого углерода, карбоновых кислот, гидросульфата натрия, термическое присоединение алканов, карбенов, реакция Симмонса-Смита), замещения (галогенирование, окисление, реакция Бородина-Хундикера, реакция Бартона), элиминирования и перегруппировки. Внутримолекулярные реакции свободных радикалов (фрагментация) – синтез алифатических бифункциональных соединений. Фрагментация алкильных радикалов при получении этилена пиролизом	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

				нефтяных углеводородов. Реакционная способность и селективность в радикальных реакциях	
		2/1/0,5	Тема № 7. Цепные радикальные реакции	Радикально-цепные процессы. Ингибиторы, инициаторы и промоторы цепных реакций. Цепной механизм и его стадии. Кинетические закономерности неразветвленных цепных реакций. Разветвленные цепные реакции. Реакции с вырожденным разветвлением	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
		2/1/0,5	Тема № 8. Радикально-цепное хлорирование	Химия и теоретические основы процесса. Научные основы радикально-цепных процессов хлорирования парафинов, олефинов и ароматических соединений. Механизм и кинетика реакций хлорирования, состав продуктов и селективность процесса. Технологии жидкофазного и газофазного хлорирования.	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
		4/2/1	Тема № 9. Радикально-цепное окисление	Химия и теоретические основы процессов окисления. Механизм, кинетика, катализ, селективность процессов окисления. Окисление углеводородов в гидропероксиды. Основные направления окислительной переработки парафинов. Особенности газофазного окисления низших парафинов. Жидкофазное окисление парафинов в синтетические спирты и карбоновые кислоты. Схема окисления твердого парафина. Теоретические основы окисления нафтен, аренов и их производных. Окисление насыщенных альдегидов и спиртов. Получение пероксида водорода	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
		4/2/1	Тема № 10. Радикальная полимеризация	Методы инициирования радикальной полимеризации. Инициаторы и скорость инициирования. Стадии и кинетика процесса. Сравнение цепных реакций низкомолекулярных веществ и радикальной полимеризации. Передача цепи на мономер, на полимер, на растворитель, каталитическая передача цепи. Действие ингибиторов и регуляторов. Реакционная способность мономеров и радикалов. Влияние строения и мономера, природы инициатора, концентраций реагирующих веществ, температуры, давления, глубины превращения мономера, примесей на протекание процесса. Методы осуществления радикальной полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии. Радикальная сополимеризация, стерический и полярный эффекты при радикальной сополимеризации, скорость процесса	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	Всего	36/18/10			

6. Содержание практических занятий (не предусмотрено учебным планом)

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося учебной темы по программе, а также выработка у студентов определенных умений, связанных с пониманием и анализом химической природы процесса (явления).

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы оч/оч-заоч/заоч	Название лабораторной работы	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Теоретические основы радикальных процессов	4/2/3	Лабораторная работа №1 Каталитическое разложение перекиси водорода (первая часть и вторая часть)	Изучение техники безопасности при работе в химической лаборатории. Определение скорости разложения перекиси водорода заданной концентрации в присутствии гомогенного и гетерогенного катализаторов. Проведение лабораторной работы по предложенным методикам. Защита работы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		4/2/2	Лабораторная работа №2 Влияние ингибиторов на процесс окисления этилбензола	Изучить влияние различных ингибиторов на процесс окисления этилбензола. Проведение лабораторной работы по предложенным методикам. Защита работы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		2/2/-	Коллоквиум №1	Подготовка к вопросам коллоквиума. Защита коллоквиума	ПК-1.1
		6/6/-	Лабораторная работа №3 Ингибирование радикальной и ионной реакций на примере полимеризации стирола (первая часть и вторая часть)	Изучение кинетики радикальной и ионной полимеризации стирола, влияния различных аминных ингибиторов на процесс полимеризации стирола. Проведение лабораторной работы по предложенным методикам. Защита работы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		2/2/-	Коллоквиум №2	Подготовка к вопросам коллоквиума. Защита коллоквиума	ПК-1.1
2	Радикальные реакции	4/2/-	Лабораторной работы №4. Каталитический крекинг	Изучение техники безопасности, теории лабораторной работы, подготовка сырья, сбор установки, проведение эксперимента, анализ полученной смеси. Проведение лабораторной работы по предложенным методикам. Защита работы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		2/1/-	Коллоквиум №3	Подготовка к вопросам коллоквиума. Защита коллоквиума	ПК-1.1
		6/3/5	Лабораторная работа №5. Латексная полимеризация метилметакрилата	Синтезировать полиметилметакрилат методом латексной полимеризации. Определить термостабильность полимера и идентифицировать продукт деполимеризации. Проведение лабораторной работы по методикам. Защита лабораторной работы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		4/2/-	Лабораторная работа №6. Полимеризация метакриловой кислоты	Изучение основ процесса полимеризации, определение наиболее эффективного инициатора процесса полимеризации метак-	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

				риловой кислоты. Проведение лабораторной работы по предложенным методикам. Защита лабораторной работы.	
		4/2/-	Коллоквиум №4	Подготовка к вопросам коллоквиума. Защита коллоквиума	<i>ПК-1.1</i>
	Всего	36/18/10			

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования: лабораторной посуды, различных измерительных приборов, методических пособий и справочных таблиц.

8. Самостоятельная работа бакалавра

Развернутая схема внеаудиторной работы студентов с указанием форм деятельности, а также примерного времени, затрачиваемого студентом на выполнение различных видов работ представлена ниже в таблицах.

Для бакалавра очной и очно-заочной форм обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. Темы, выносимые на СРС	Часы оч/ оч-заоч	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Теоретические основы радикальных процессов Тема №1. Активные частицы в органическом синтезе Тема №2. Теория реакций в газовой фазе Тема №3. Теория реакций в конденсированных средах Тема № 4. Типы реакций свободных радикалов Тема №5. Инициаторы. Способы генерирования радикалов	24/24	- изучение лекционного материала, - работа с фильмами и литературой, - выполнение заданий коллоквиумов № 1,2 - оформление отчётов по лаб. работам № 1-3	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
2	Радикальные реакции Тема №6 Радикальные и ион-радикальные реакции Тема №7 Цепные радикальные реакции Тема №8 Радикально-цепное хлорирование Тема №9 Радикально-цепное окисление Тема №10 Радикальная полимеризация	12/12	- изучение лекционного материала, - работа с фильмами и литературой, - выполнение заданий коллоквиумов № 3, 4 - оформление отчётов по лаб. работам № 4-6	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	Всего	36/36		

Для бакалавра заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. Темы, выносимые на СРС	Часы заоч	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Теоретические основы радикальных процессов Тема №1. Активные частицы в органическом синтезе Тема №2. Теория реакций в газовой фазе Тема №3. Теория реакций в конденсированных средах Тема № 4. Типы реакций свободных радикалов Тема №5. Инициаторы. Способы генерирования радикалов	70	- изучение лекционного материала, - работа с фильмами и литературой, - оформление отчётов по лаб. работам № 1,2, - решение заданий контрольной работы, - работа над ошибками контрольной работы	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
2	Радикальные реакции Тема №6 Радикальные и ион-радикальные реакции	31	- изучение лекционного материала, - работа с фильмами и литературой,	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>

	Тема №7 Цепные радикальные реакции Тема №8 Радикально-цепное хлорирование Тема №9 Радикально-цепное окисление Тема №10 Радикальная полимеризация		- оформление отчётов по лаб. работам № 4-6, - решение заданий контрольной работы, - работа над ошибками контрольной работы	
	Всего	101		

Для решения самостоятельной работы студентов на кафедре оборудован специальный кабинет, содержащий методические и учебные пособия по химическим дисциплинам, справочные таблицы и стенды, компьютер с программным обеспечением Windows XP, антивирусом Dr.Web и подключением к сети «Интернет».

8.1 Контроль самостоятельной работы

Для бакалавра очной и очно-заочной форм обучения

№ п/п	Раздел дисциплины Темы, выносимые на КСР	Часы оч/ оч-заоч	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Теоретические основы радикальных процессов Тема №1. Активные частицы в органическом синтезе Тема №2. Теория реакций в газовой фазе Тема №3. Теория реакций в конденсированных средах Тема № 4. Типы реакций свободных радикалов Тема №5. Инициаторы. Способы генерирования радикалов	5/20	проверка ответов коллоквиумов, отчётов по лабораторным работам № 1-3	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	Радикальные реакции Тема №6 Радикальные и ион-радикальные реакции Тема №7 Цепные радикальные реакции Тема №8 Радикально-цепное хлорирование Тема №9 Радикально-цепное окисление Тема №10 Радикальная полимеризация	4/16	проверка ответов коллоквиумов, отчётов по лабораторным работам № 4-6	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
	Всего	9/36		

Для бакалавра заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины Темы, выносимые на КСР	Часы заоч	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Теоретические основы радикальных процессов Тема №1. Активные частицы в органическом синтезе Тема №2. Теория реакций в газовой фазе Тема №3. Теория реакций в конденсированных средах Тема № 4. Типы реакций свободных радикалов Тема №5. Инициаторы. Способы генерирования радикалов	8	проверка отчётов по лабораторным работам № 1,2; контрольной работы, работы над ошибками контрольной работы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	Радикальные реакции Тема №6 Радикальные и ион-радикальные реакции Тема №7 Цепные радикальные реакции Тема №8 Радикально-цепное хлорирование Тема №9 Радикально-цепное окисление Тема №10 Радикальная полимеризация	6	проверка отчётов по лабораторным работам № 4-6; контрольной работы, работы над ошибками контрольной работы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
	Всего	14		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Радикально-цепные процессы и инициаторы» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения

качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Дисциплина изучается в одном семестре, в котором предусмотрена итоговая отчетность в форме экзамена.

При изучении дисциплины в семестре для бакалавров очной и очно-заочной форм обучения предусматривается выполнение шести лабораторных работ и четырех коллоквиумов. За эти десять контрольных точек студент может получить максимальное количество баллов – 60 (см. таблицу). Минимальный балл – 36. При наборе от 36 до 60 баллов студент получает допуск к экзамену. За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

Баллы рейтинга по видам работ

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>6</i>	<i>4</i>	<i>6</i>
<i>Коллоквиум</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>6</i>
<i>Экзамен</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

При изучении дисциплины в семестре для бакалавров заочной формы (обучения) предусматривается выполнение трех лабораторных работ и одной контрольной работы. За эти четыре контрольные точки студент может получить максимальное количество баллов – 60 (см. таблицу). Минимальный балл – 36. При наборе от 36 до 60 баллов студент получает допуск к экзамену. За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

Баллы рейтинга по видам работ

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>3</i>	<i>8</i>	<i>12</i>
<i>Контрольная работа</i>	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>24</i>
<i>Экзамен</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Дифференцированная оценка на экзамене определяется в соответствии с четырех-балльной системой оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Рейтинг по дисциплине

<i>Итоговая сумма баллов с учетом успешной промежуточной аттестации</i>	<i>Оценка</i>
<i>87 – 100</i>	<i>5 (отлично)</i>
<i>74 – 86</i>	<i>4 (хорошо)</i>
<i>60 – 73</i>	<i>3 (удовлетворительно)</i>
<i>0 – 59</i>	<i>2 (неудовлетворительно)</i>

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 Б1.В.ДВ.03.02 «Радикально-цепные процессы и инициаторы» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс]: учебник / В. М. Потехин, В. В. Потехин. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 896 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/168720	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/book/168720 Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
2. Дерюгина, О. П. Теория химических процессов органического и нефтехимического синтеза : [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. П. Дерюгина. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2016. — 160 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94956	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/book/94956 Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Исляйкин, М.К. Теория химико-технологических процессов органического синтеза. Материальные расчеты, термодинамика, кинетика и катализ органических реакций [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. К. Исляйкин. — Иваново : ИГХТУ, 2018. — 137 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/127515	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/book/127515 Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
2. Каталитические процессы в органической химии: учебное пособие/Е.Ю. Бондырева, Г.С. Кутузова, С.В. Вдовина, Д.А. Беляев, М.С. Беляева.- Нижнекамск:НХТИ, 2017. - 90 с.	40 экз. в библиотечном отделе УНИЦ НХТИ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Радикально-цепные процессы и инициаторы» использование электронных источников информации:

- ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных PubChem [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>, свободный.

2. «Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология». – Доступ свободный: www.journals.isuct.ru

3. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) - Режим доступа: <http://elibrary.ru>

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному обслуживанию

Тарасова В.Я.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Реализация учебной дисциплины требует наличия:

Учебного кабинета «Интерактивный лекционный зал» №402 и «Кабинет для групповых и индивидуальных консультаций» №402 (423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, пр. Строителей, 47).

Системный блок - Core 2 Duo E7400-Midi ATX 350; монитор – Acer V193WAb WIDE 19//;проектор – Epson EMP-X5; мобильный рулонный экран на штативе; выход в Интернет – модем De-Link DWA 110; столы-парты. Набор наглядный пособий. Программное обеспечение.

Лаборатории «Лаборатория химических синтезов» №114 (423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. Студенческая, д. 116).

Лабораторная мебель: вытяжной шкаф, стол для весов СВ-01, стеллаж для химической посуды, стеллаж для химических реактивов, столы лабораторные, островные лабораторные столы, лабораторные столы-тумбы, лабораторная стол-мойка, шкаф для документации, шкаф металлический.

Общелабораторное оборудование: дистиллятор Д-4, рН-метр HI 2215, весы лабораторные AJ-320 CE, колбонагреватель UT-4120, печь муфельная, термостат HT 30-M1 JULABO GmbH, холодильник Candy TSA 5143W, лабораторный хроматограф ЛХМ-80, АЦП – 6 канальное, термошкаф, перемешивающее устройство с регулированием частоты вращения ПЧВ2, магнитная мешалка ММ-5, измеритель-регулятор температуры ТРМ-1 с преобразователем термоэлектрическим ХА ТПК 184-00, генератор водорода ГВЧ-6, микронасос, криостат углекислотный, вискозиметры ВПЖ-2, ВПЖ-4, моностаб лабораторный,

Специализированные установки и стенды:

- лабораторная установка «Пиролиз углеводородов», включающая: реактор-пиролизер проточный, печь трубчатая с регулятором температуры ТРМ-1, насос дозатор, конденсатор 2-х ходовой, приемники, счетчик газа;

- лабораторная установка «Дегидратация спиртов», включающая: реактор каталитический проточный, дозирующее устройство, печь трубчатая с регулятором температуры ТРМ-1, холодильник проточный водяной, углекислотный конденсатор, приемники, счетчик газа;

- лабораторная установка «Каталитический крекинг углеводородов», включающая: реактор каталитический проточный, дозирующее устройство, печь трубчатая с регулятором температуры ТРМ-1, холодильник проточный водяной, углекислотный конденсатор, приемники, счетчик газа;

- лабораторная установка «Жидкофазные химические синтезы», включающая: лабораторный реактор-смеситель, перемешивающее устройство с регулированием частоты вращения мешалки, дозатор, термостат циркуляционный, обратный холодильник, пробоотборник (5 шт.)

Рабочие места:

- аналитическое определение концентрации функциональных групп органических соединений титрометрическим методом (пипетки, бюретки, лабораторная посуда);

- определение вязкости нефтепродуктов и органических веществ (вискозиметры ВПЖ-2, термостат);

- определение температуры помутнения нефтепродуктов методом «Холодного стержня» (криостат, специализированное лабораторное оборудование);

- хроматографическое определение концентрации стирола в реакционной смеси (хроматограф ЛХМ-80 (детектор ПИД), АЦП, колонка насадочная, генератор водорода ГВЧ-6, газовый баллон – гелий, вспомогательные принадлежности);

- хроматографическое определение анилина в реакционной смеси (хроматограф ЛХМ-80 (детектор ПИД), АЦП, колонка насадочная, генератор водорода ГВЧ-6, газовый баллон – гелий, вспомогательные принадлежности);

- хроматографическое определение концентрации окиси пропилена и пропиленгликоля в реакционной смеси (хроматограф ЛХМ-80 (детектор ПИД), АЦП, колонка насадочная, генератор водорода ГВЧ-6, газовый баллон – гелий, вспомогательные принадлежности);

- определение активности ионов водорода (рН-метр HI 2215, набор электродов);

- потенциометрическое титрование - определение щелочного числа в моторных маслах (рН-метр HI 2215, набор электродов);

- потенциометрическое титрование - определение щелочного числа в простых полиэфирах окиси пропилена (рН-метр HI 2215, набор электродов);

- определение активности и концентрации ионов: H^+ , Li^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ag^+ , X^+ , NO_3^- , ClO_4^- , F^- , Cl^- , Br^- , I^- , CN^- , SCN^- , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , $(Ca+Mg)^{2+}$, Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} , X^{2+} , CO_3^{2-} , S^{2-} (рН-метр HI 2215, набор электродов);

- определение вязкости органических соединений и/или смесей (термостат, вискозиметры).

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины могут быть использованы мультимедийные средства; наборы слайдов или кинофильмов.

«Электронный читальный зал» (кабинет для самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций, 423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, пр. Строителей, 47)

Оснащение помещения - столы; стулья; персональные компьютеры с выходом в Интернет; принтер; сканер; ксерокс.

13. Образовательные технологии

Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы оч/оч- заоч/заоч
Теоретические основы радикальных процессов Тема №4. Типы реакций свободных радикалов	Лекция	Лекция-беседа с использованием презентации. Работа с фильмами.	4/2/2
	Лабораторная работа	Работа с наглядными пособиями. Совместная групповая частично-поисковая деятельность при выполнении лабораторных работ	4/2/2
Радикальные реакции Тема №7 Цепные радикальные реакции Тема №10 Радикальная полимеризация	Лекция	Лекция-беседа с использованием презентации. Работа с фильмами.	4/2/-
	Лабораторная работа	Работа с наглядными пособиями. Совместная групповая частично-поисковая деятельность при выполнении лабораторных работ	4/2/-
Всего			<i>Лекций в инт.ф. 8/4/2 Лаб. р. в инт.ф. 8/4/2</i>