

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
 «05» 2022 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	36	1
Самостоятельная работа	9	0,25
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

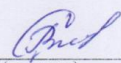
Нижнекамск, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 922 от 07.08.2020) по направлению 18.03.01 «Химическая технология» на основании учебного плана набора обучающихся 2022.

(номер, дата утверждения) (шифр) (наименование направления)

Разработчик программы:

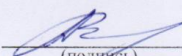
доцент кафедры Нефтехимического синтеза
(должность)


(подпись)

С.В. Вдовина
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Нефтехимического синтеза, протокол от 6 апреля 2022 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	20/20/8	6/24/70	Лабораторные работы №1-3, коллоквиумы №1,2 контрольная работа, экзамен
2	Радикальные реакции	6/7	18/9/5	18/9/5	16/16/6	3/12/31	Лабораторные работы №4-6, коллоквиумы №3,4, контрольная работа, экзамен
	Всего		36/18/10	36/18/10	36/36/14	9/36/101	
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, гидросульфита 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	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

				процесса полимеризации метакриловой кислоты. Проведение лабораторной работы по предложенным методикам. Защита лабораторной работы.	
		4/2/-	Коллоквиум №4	Подготовка к вопросам коллоквиума. Защита коллоквиума	ПК-1.1
	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	6/24	- изучение лекционного материала, - работа с фильмами и литературой, - выполнение заданий коллоквиумов № 1,2 - оформление отчётов по лаб. 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	3/12	- изучение лекционного материала, - работа с фильмами и литературой, - выполнение заданий коллоквиумов № 3, 4 - оформление отчётов по лаб. 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 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	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	Радикальные реакции	31	- изучение лекционного материала, - работа с фильмами и литературой,	ПК-1.1, ПК-1.2,

	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		- оформление отчётов по лаб. работам № 4-6, - решение заданий контрольной работы, - работа над ошибками контрольной работы	<i>ПК-1.3</i>
	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	20/20	проверка ответов коллоквиумов, отчётов по лабораторным 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	16/16	проверка ответов коллоквиумов, отчётов по лабораторным 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 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	<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	6	проверка отчётов по лабораторным работам № 4-6; контрольной работы, работы над ошибками контрольной работы	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	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:

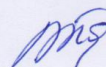
- ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

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, pH-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 титриметрическим 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 (pH-метр HI 2215, набор электродов);

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

- потенциометрическое титрование - определение щелочного числа в простых полиэфирах окиси пропилен (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>