

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

« 16 » 04 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине **Б1.В. ДВ.03.01 Катализ и катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке**

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, семестры 5,6 (оч.); курс 3,4, семестры 6,7 (оч.-заоч.); курс 4, семестры 7,8 (заоч.)

		5 семестр		6 семестр	
Очная		Часы	Зач. единицы	Часы	Зач. единицы
Лекции		18	0,5	36	1
Лабораторные занятия		36	1	36	1
Контроль самостоятельной работы		54	1,5	36	1
Самостоятельная работа		72	2	45	1,25
Форма аттестации (часы на контроль)	зачет с оценкой (-)	-	-	экзамен (27)	0,75
Всего		180	5	180	5
		6 семестр		7 семестр	
Очно-заочная		Часы	Зач. единицы	Часы	Зач. единицы
Лекции		18	0,5	9	0,25
Лабораторные занятия		18	0,5	18	0,5
Контроль самостоятельной работы		81	2,25	36	1
Самостоятельная работа		99	2,75	45	1,25
Форма аттестации (часы на контроль)	зачет с оценкой (-)	-	-	экзамен (36)	1
Всего		216	6	144	4
		7 семестр		8 семестр	
Заочная		Часы	Зач. единицы	Часы	Зач. единицы
Лекции		8	0,22	6	0,17
Лабораторные занятия		8	0,22	16	0,44
Контроль самостоятельной работы		14	0,39	16	0,44
Самостоятельная работа		182	5,06	97	2,70
Форма аттестации (часы на контроль)	зачет с оценкой (4)	-	0,11	экзамен (9)	0,25
Всего		216	6	144	4

Нижнекамск, 2021 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 2020.

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 24 марта 2021 г. № 8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

Т.Б. Минигалиев  
(Ф.И.О)

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины Б1.В.ДВ.03.01 «Катализ и катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке» являются:

- а) углубленное изучение физико-химической сущности катализа химических реакций;
- б) изучение различных подходов к анализу механизма и кинетики процессов, протекающих на поверхности катализаторов;
- в) изучение особенностей гетерогенного и гомогенного катализа;
- г) освоение научных основ подбора и технологии промышленных катализаторов.

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

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 «Катализ и катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке» 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.03.01 «Катализ и катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке» 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.03.01 «Катализ и катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке» 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 Обще заводское 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.03.01 «Катализ и катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке» 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 теории катализа;

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

в) свойства ферментов, металлокомплексных и твердых катализаторов;

г) принципы подбора и работы катализаторов основных процессов нефтепереработки и нефтехимии;

д) основные методы получения промышленных катализаторов.

**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) навыками вычисления скорости, энергии активации и порядка различных реакций;

г) сведениями об оптимальных типах катализаторов, применяемых в основных процессах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности и способах приготовления катализаторов.

**4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.ДВ.03.01 «Катализ и катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке»**

Общая трудоемкость дисциплины для очной, очно-заочной, заочной форм обучения составляет 10 зачетных единицы, 360 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр (оч/очно-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	Введение в катализ	5/6/7	18/18/8	36/18/8	54/81/14	72/99/182	Лабораторные работы №1-4, коллоквиум №1, контрольная работа №1, зачет с оценкой 1 семестр
2	Катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке	6/7/8	36/9/6	36/18/16	36/36/16	45/45/97	Лабораторные работы №5-8, коллоквиум №2, контрольная работа №2, экзамен 2 семестр
	Всего		54/27/14	72/36/24	90/117/30	117/144/279	
Форма аттестации		очная форма: зачет с оценкой 5 семестр, экзамен 6 семестр (27 ч); очно-заочная форма: зачет с оценкой 6 семестр, экзамен 7 семестр (36 ч); заочная форма: зачет с оценкой 7 семестр (4 ч), экзамен 8 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	Введение в катализ	2/2/1	<b>Тема №1.</b> Основные понятия и определения химической кинетики	Механизм химической реакции. Простые и сложные реакции. Кинетическое уравнение. Энергия активации. Элементарные акты химического превращения и элементарные реакции. Молекулярность. Два постулата химической кинетики. Закон действующих масс. Принцип независимости.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		2/2/1	<b>Тема №2.</b> Возникновение и развитие катализа	Краткая история возникновения и развития катализа. Гомогенные и гетерогенные каталитические системы. Технологическая схема каталитического производства. Крупнейшие заводы производители катализаторов в России	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		4/4/2	<b>Тема №3.</b> Механизмы каталитических процессов. Свойства катализаторов	Механизмы каталитических реакций. Кислотно-основной или протонно-апротонный катализ, окислительно-восстановительные каталитические процессы. Влияние концентрации катализатора в смеси на скорость реакции. Каталитические яды и ингибиторы. Селективность катализаторов. Промотирование и модифицирование катализаторов. Специфичность действия катализаторов	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		2/2/1	<b>Тема № 4.</b> Основные требования, предъявляемые к промышленным катализаторам	Физико-механические, химические, эксплуатационно-экономические основные параметры для катализаторов	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		4/4/1	<b>Тема №5.</b> Физические свойства адсорбентов и катализаторов. Каталитические свойства твердых тел	Пористость адсорбентов и катализаторов. Фракционный состав, плотность, влагоемкость, механическая прочность, термостойкость, теплопроводность и теплоемкость твердых катализаторов. Активность твердых катализаторов. Регенерация катализаторов. Воспроизводимость качества катализаторов	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		2/2/1	<b>Тема №6.</b> Гомогенные и гетерогенные каталитические процессы	Элементарные стадии и особенности протекания гомогенных каталитических процессов. Классификация твердых тел. Особенности катализа твердыми катализаторами. Отличие твердых катализаторов от гомогенных катализаторов	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		2/2/1	<b>Тема №7.</b> Производство катализаторов	Исходное сырье для производства катализаторов. Способы формовки катализаторов. Метод приготовления катализатора	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	Катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке	4/1/0,5	<b>Тема № 8.</b> Осажденные контактные массы	Примеры осажденных катализаторов. Схема приготовления осажденных катализаторов при сухом и влажном способах формовки	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

	4/1/0,5	<b>Тема № 9.</b> Катализаторы на носителях	Классификация нанесенных катализаторов. Методы пропитки катализаторов	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	2/0,5/0,5	<b>Тема № 10.</b> Катализаторы, получаемые механическим смешением компонентов	Сухой и мокрый способы смешения. Общая технологическая схема приготовления контактных масс методом сухого смешения	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	2/0,5/0,5	<b>Тема № 11.</b> Плавленные и скелетные контактные массы	Два типа плавленных катализаторов. Скелетные катализаторы	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	4/1/0,5	<b>Тема № 12.</b> Производство цеолиталюмосиликатных катализаторов крекинга	Тип промышленных катализаторов крекинга. Технологии синтеза шарикового и микросферического цеолит-алюмосиликатного катализаторов. Влияние условий приготовления и обработки катализаторов на их свойства. Химизм и механизм процесса каталитического крекинга. Уравнение кинетики для процессов крекинга нефтяных фракций	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	4/1/0,5	<b>Тема № 13.</b> Технология катализаторов гидроочистки нефтяных фракций	Особенности синтеза катализаторов гидроочистки. Функции катализаторов гидроочистки и химизм реакций. Синтез алюмокобальтового катализатора. Производство алюмокобальт-молибденового и никель-вольфрамового катализаторов. Производство катализатора для очистки керосиновых фракций и дизельного топлива	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	4/1/0,5	<b>Тема № 14.</b> Производство катализаторов гидрирования и дегидрирования	Основные реакции гидрирования. Производство палладиевого катализатора на носителе. Катализатор гидрирования альдегидов и сложных эфиров. Производство катализатора типа оксида кобальта на пемзе. Катализатор гидрирования олефинов. Производство катализатора дегидрирования н-бутана	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	4/1/0,5	<b>Тема № 15.</b> Производство катализаторов для синтез-газа	Технология медь-алюминий-цинк-шпинельоксидного катализатора. Производство алюмоникелевого, цинк-хромового катализатора для синтеза метанола. Железохромовый оксидный катализатор	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	2/0,5/0,5	<b>Тема № 16.</b> Катализаторы окисления	Производство серебряного катализатора. Катализатор окисления метанола в формальдегид. Ванадий-титановый оксидный катализатор на фарфоровых шариках. Технология получения ванадий-вольфрамового оксидного катализатора на носителе. Приготовление катализатора закиси меди на оксиде. Производство оксида ванадия на носителе	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	4/1/1	<b>Тема № 17.</b> Катализаторы риформинга углеводородов	Химизм процесса риформинга. Выбор носителя катализаторов платформинга. Механизм влияния добавок металлов на свойства катализатора платформинга. Типы катализаторов риформинга. Технология пригото-	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>



				ния катализаторов риформинга. Октановые числа бензинов и классов углеводородов. Безводородный риформинг бензинов	
		2/0,5/0,5	<b>Тема № 18.</b> Катализ органометаллосилоксанами и их производство	Применение органометаллосилоксанов. Методы синтеза органометаллосилоксанов. Технология синтеза алюмофенилсилоксана. Синтез железифенилсилоксана. Модифицирование промышленных катализаторов органометаллосилоксанами	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	<b>Всего</b>	54/27/14			

#### 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	Введение в катализ	8/4/4	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.	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
		8/4/4	Лабораторная работа №2 Сравнение синтеза гомогенного и гетерогенного катализаторов и определение растворенного и общего молибдена (первая часть и вторая часть)	Изучение методики получения комплексного молибденового катализатора. Проверка принципиальной возможности извлечения растворенного молибдена сорбцией его активированным углем из растворов. Проведение лабораторной работы по предложенным методикам. Защита работы.	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
		8/4/-	Лабораторная работа №3 Приготовление комплексного молибденового катализатора методом эпоксицирования и проверка его активности (первая часть и вторая часть)	Изучение методики получения комплексного молибденового катализатора методом эпоксицирования. Проверка приготовленного катализатора на активность. Проведение лабораторной работы по предложенным методикам. Защита работы.	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
		8/4/-	Лабораторная работа №4 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.	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>



		4/2/-	Коллоквиум №1	Подготовка к вопросам коллоквиума. Защита коллоквиума	ПК-1.1
2	Катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке	8/4/4	Лабораторной работы №5. Изучение свойств катализаторов с помощью дифференциально-сканирующей калориметрии	Изучение термостойкости твердых катализаторов и адсорбентов, теплопроводности и теплоемкости твердых катализаторов Проведение лабораторной работы по предложенным методикам. Защита работы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		8/4/4	Лабораторная работа №6. Исследование катализаторов гидроочистки нефтяных фракций	Изучение особенностей синтеза катализаторов гидроочистки; функций катализаторов гидроочистки и химизма реакций.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		8/4/4	Лабораторная работа №7. Исследование катализаторов каталитического риформинга углеводородов	Изучение технологии приготовления катализаторов риформинга. Проведение лабораторной работы по методикам. Защита лабораторной работы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		8/4/4	Лабораторная работа №8. Исследование катализаторов дегидрирования высших парафинов	Изучение основ процесса дегидрирования; катализаторов дегидрирования этилбензола. Проведение лабораторной работы по предложенным методикам. Защита лабораторной работы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		4/2/-	Коллоквиум №2	Подготовка к вопросам коллоквиума. Защита коллоквиума	ПК-1.1
	Всего	72/36/24			

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	<b>Введение в катализ</b> Тема №1. Основные понятия и определения химической кинетики Тема №2. Возникновение и развитие катализа Тема №3. Механизмы каталитических процессов. Свойства катализаторов Тема №4. Основные требования, предъявляемые к промышленным катализаторам Тема №5. Физические свойства адсорбентов и катализаторов. Каталитические свойства твердых тел Тема №6. Гомогенные и гетерогенные каталитические процессы Тема №7. Производство катализаторов	10/14 10/14 10/14 10/14 12/15 10/14 10/14	- изучение лекционного материала, - работа с фильмами и литературой, - выполнение заданий коллоквиума № 1, - оформление отчетов по лаб. работам № 1-4	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	<b>Катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке</b> Тема №8 Осажденные контактные массы Тема №9 Катализаторы на носителях Тема №10 Катализаторы, получаемые механическим смешением компонентов	5/5 5/5 3/3	- изучение лекционного материала, - работа с фильмами и литературой,	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

Тема №11 Плавленные и скелетные контактные массы	4/4	- выполнение заданий коллоквиума № 2, - оформление отчётов по лаб. работам № 5-8	
Тема №12 Производство цеолиталюмосиликатных катализаторов крекинга	4/4		
Тема №13 Технология катализаторов гидроочистки нефтяных фракций	4/4		
Тема №14 Производство катализаторов гидрирования и дегидрирования	4/4		
Тема №15 Производство катализаторов для синтез-газа	4/4		
Тема №16 Катализаторы окисления	4/4		
Тема №17 Катализаторы риформинга углеводородов	4/4		
Тема №18 Катализ органометаллосилоксанами и их производство	4/4		
Всего	117/144		

**Для бакалавра заочной формы обучения**

№ п/п	Раздел дисциплины. Темы, выносимые на СРС	Часы заоч	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	<b>Введение в катализ</b> Тема №1. Основные понятия и определения химической кинетики Тема №2. Возникновение и развитие катализа Тема №3. Механизмы каталитических процессов. Свойства катализаторов Тема № 4. Основные требования, предъявляемые к промышленным катализаторам Тема №5. Физические свойства адсорбентов и катализаторов. Каталитические свойства твердых тел Тема №6. Гомогенные и гетерогенные каталитические процессы Тема №7. Производство катализаторов	26 26 26 26 26 26 26	- изучение лекционного материала, - работа с фильмами и литературой, - оформление отчётов по лаб. работам № 1,2, - решение заданий контрольной работы №1, - работа над ошибками контрольной работы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	<b>Катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке</b> Тема №8 Осажденные контактные массы Тема №9 Катализаторы на носителях Тема №10 Катализаторы, получаемые механическим смешением компонентов Тема №11 Плавленные и скелетные контактные массы Тема №12 Производство цеолиталюмосиликатных катализаторов крекинга Тема №13 Технология катализаторов гидроочистки нефтяных фракций Тема №14 Производство катализаторов гидрирования и дегидрирования Тема №15 Производство катализаторов для синтез-газа Тема №16 Катализаторы окисления Тема №17 Катализаторы риформинга углеводородов Тема №18 Катализ органометаллосилоксанами и их производство	9 9 8 8 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	- изучение лекционного материала, - работа с фильмами и литературой, - оформление отчётов по лаб. работам № 5-8, - решение заданий контрольной работы №2, - работа над ошибками контрольной работы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
	Всего	265		

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	<b>Введение в катализ</b> Тема №1. Основные понятия и определения химической кинетики Тема №2. Возникновение и развитие катализа Тема №3. Механизмы каталитических процессов. Свойства катализаторов Тема № 4. Основные требования, предъявляемые к промышленным катализаторам Тема №5. Физические свойства адсорбентов и катализаторов. Каталитические свойства твердых тел Тема №6. Гомогенные и гетерогенные каталитические процессы Тема №7. Производство катализаторов	54/81	проверка ответов коллоквиума № 1, отчётов по лабораторным работам № 1-4.	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
2	<b>Катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке</b> Тема №8 Осажденные контактные массы Тема №9 Катализаторы на носителях Тема №10 Катализаторы, получаемые механическим смешением компонентов Тема №11 Плавленные и скелетные контактные массы Тема №12 Производство цеолиталюмосиликатных катализаторов крекинга Тема №13 Технология катализаторов гидроочистки нефтяных фракций Тема №14 Производство катализаторов гидрирования и дегидрирования Тема №15 Производство катализаторов для синтез-газа Тема №16 Катализаторы окисления Тема №17 Катализаторы риформинга углеводородов Тема №18 Катализ органометаллосилоксанами и их производство	36/36	проверка ответов коллоквиума № 2, отчётов по лабораторным работам № 5-8	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
	Всего	90/117		

### Для бакалавра заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины Темы, выносимые на КСР	Часы заоч	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	<b>Введение в катализ</b> Тема №1. Основные понятия и определения химической кинетики Тема №2. Возникновение и развитие катализа Тема №3. Механизмы каталитических процессов. Свойства катализаторов Тема № 4. Основные требования, предъявляемые к промышленным катализаторам Тема №5. Физические свойства адсорбентов и катализаторов. Каталитические свойства твердых тел Тема №6. Гомогенные и гетерогенные каталитические процессы Тема №7. Производство катализаторов	14	проверка отчётов по лабораторным работам № 1,2; контрольной работы №1, работы над ошибками контрольной работы	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>
2	<b>Катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке</b> Тема №8 Осажденные контактные массы Тема №9 Катализаторы на носителях	16	проверка отчётов по лабораторным работам № 5-8; контрольной рабо-	<i>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</i>

Тема №10 Катализаторы, получаемые механическим смешением компонентов Тема №11 Плавленные и скелетные контактные массы Тема №12 Производство цеолиталюмосиликатных катализаторов крекинга Тема №13 Технология катализаторов гидроочистки нефтяных фракций Тема №14 Производство катализаторов гидрирования и дегидрирования Тема №15 Производство катализаторов для синтез-газа Тема №16 Катализаторы окисления Тема №17 Катализаторы риформинга углеводородов Тема №18 Катализаторы органометаллосилоксанами и их производство		ты №2, работы над ошибками контрольной работы	
Всего	30		

### **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний**

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Катализ и катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке» 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 двух семестрах, в первом предусмотрена итоговая отчетность в форме *зачета с оценкой*, во втором - *экзамена*.

При изучении дисциплины в пятом семестре для бакалавров очной и в шестом семестре для очно-заочной форм обучения предусматривается выполнение четырех лабораторных работ и коллоквиума. За эти пять контрольных точек студент может получить максимальное количество баллов – 100 (см. таблицу). Минимальный балл – 60.

#### **Баллы рейтинга по видам работ для очной (5 семестр) и очно-заочной (6 семестр) форм обучения**

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>4</i>	<i>10</i>	<i>15</i>
<i>Коллоквиум</i>	<i>1</i>	<i>20</i>	<i>40</i>
<b>Итого:</b>		<i>60</i>	<i>100</i>

При изучении дисциплины в шестом семестре для бакалавров очной и в седьмом семестре для очно-заочной форм обучения предусматривается выполнение четырех лабораторных работ и одного коллоквиума. За эти пять 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 для очной (6 семестр) и очно-заочной (7 семестр) форм обучения**

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Коллоквиум</i>	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>20</i>
<i>Экзамен</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<b>Итого:</b>		<i>60</i>	<i>100</i>

При изучении дисциплины в седьмом (пятом) семестре для бакалавров заочной формы обучения предусматривается выполнение двух лабораторных работ, одной контрольной работы. За эти три контрольные точки студент может получить максимальное количество баллов – 100 (см. таблицы). Минимальный балл – 60.

**Баллы рейтинга по видам работ для заочной (7 семестр) формы обучения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
<b>Лабораторная работа</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>25</b>
<b>Контрольная работа</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>50</b>
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

При изучении дисциплины в восьмом (шестом) семестре для бакалавров заочной формы обучения предусматривается выполнение четырех лабораторных работ, одной контрольной работы. За эти пять 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 для заочной (8 семестр) формы обучения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
<b>Лабораторная работа</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<b>Контрольная работа</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

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

**Рейтинг по дисциплине**

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

**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.03.01 «Катализ и катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Аветисов, А.К. Прикладной катализ [Электронный ресурс]: учебник / А.К. Аветисов, Л. Г. Брук ; под редакцией О. Н. Темкина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/126902">https://e.lanbook.com/book/126902</a>	ЭБС «Лань» <a href="http://e.lanbook.com/book/126902">http://e.lanbook.com/book/126902</a> Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
2. Сибаров, Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.А. Сибаров, Д.А. Смирнова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 200 с. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/169060">https://e.lanbook.com/book/169060</a>	ЭБС «Лань» <a href="http://e.lanbook.com/book/169060">http://e.lanbook.com/book/169060</a> 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. Хуснутдинова, Г.Р. Кинетика и катализ: тексты лекций/НХТИ; Г.Р. Хуснутдинова, Н.И. Мифтахова.- Нижнекамск: НХТИ, 2015.-56 с.	40 экз. в библиотечном отделе УНИЦ 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
3. Катализаторы: Регенерация с использованием сверхкритического флюидного CO <sub>2</sub> -экстракционного процесса: монография/Ф.М. Гумеров, А.А. Сагдеев, Т.Р.Билалов и др. - Казань: Бриг, 2015.-264 с.	5 экз. в библиотечном отделе УНИЦ НХТИ

### 11.3 Электронные источники информации

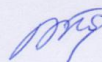
При изучении дисциплины «Катализ и катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке» использование электронных источников информации:  
- ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

### 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](http://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» №38 и «Кабинет для групповых и индивидуальных консультаций» №38** (423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. Студенческая, д. 116).

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 кинетики и катализа» №118** (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 тумбы, лабораторная стол-мойка, шкаф для документации.

**Общелабораторное оборудование:** термостат UT-10/5, перемешивающее устройство ПЭ-8100, бойлер горячей воды, установка для обессоливания воды, весы аналитические VIBRA AJ-320 CE, измеритель-регулятор температуры ТРМ-1 с преобразователем термоэлектрическим ХА ТПК 184-00, прибор для определения вязкости – вискозиметр Гепплера, перемешивающее устройство с регулированием частоты вращения ПЧВ2, магнитная мешалка ММ-5, колбонагреватель УТ-4120, термостат TW 2.02, компрессор воздушный, моностаб лабораторный, дилатометры.

**Специализированные установки и стенды:**

- лабораторный стенд «Приготовление гомогенного катализатора эпоксидирования олефинов», включающий: термостат, реактор-смеситель, дозатор;
- лабораторный стенд «Проверка активности гомогенного катализатора эпоксидирования олефинов», включающий: термостат, лабораторный реактор, пробоотборник, дозатор автоматический;
- лабораторную установку «Кинетические исследования процесса окисления этилбензола», включающую: термостат, реактор барботажного типа, сепаратор, конденсатор водяной, печь трубчатая с регулятором температуры ТРМ-1, конденсатор углекислотный, компрессор воздушный;
- лабораторный стенд «Кинетические исследования процесса окиспропилирования ароматических аминов», включающий: термостат, ампулы для кинетических исследований;
- лабораторный стенд «Проверка активности катализатора олигомеризации олефинов», включающий: термостат, реактор жидкофазных процессов, перемешивающее устройство, дозатор;
- лабораторный стенд «Приготовление катализатора дегидрирования олефинов «мокрым способом», включающий: лабораторный реактор смеситель, частотный регулятор, колбогрейку, дозатор.

**Рабочие места:**

- определение скорости разложения перекиси водорода (нагревательная плитка, лабораторная посуда);
- приготовление растворов точной концентрации (аналитические весы, фиксаналы, лабораторная посуда);
- аналитическое определение концентрации органических соединений в смесях титрометрическим методом (пипетки, бюретки, лабораторная посуда);
- определение скорости полимеризации виниловых мономеров (термостат, дилатометры);
- определение скорости полимеризации окисей алкиленов на спиртах щелочных и щелочноземельных металлах (термостат, дилатометры).

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
<b>Введение в катализ</b> Тема №6. Гомогенные и гетерогенные каталитические процессы	Лекция	Лекция-беседа с использованием презентации. Работа с фильмами. Работа с наглядными пособиями. Совместная групповая частично-поисковая деятельность при выполнении лабораторных работ	2/2/2
	Лабораторная работа		8/4/2
<b>Катализаторы в нефтехимии и нефтепереработке</b> Тема №13 Технология катализаторов гидроочистки нефтяных фракций Тема №14 Производство катализаторов гидрирования и дегидрирования Тема №17 Катализаторы риформинга углеводородов	Лекция	Лекция-беседа с использованием презентации. Работа с фильмами. Работа с наглядными пособиями. Совместная групповая частично-поисковая деятельность при выполнении лабораторных работ	8/4/2
	Лабораторная работа		8/4/2
Всего			<i>Лекций в инт.ф. 10/6/4 Лаб. р. в инт.ф. 16/8/4</i>