

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ / О.В. Юсупова

" ____ " _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.01.01 «Каталитические системы и технологии разделения в органическом синтезе»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Химическая технология высокомолекулярных соединений
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Химико-технологический факультет (ХТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Технология органического и нефтехимического синтеза"
Кафедра-разработчик	кафедра "Технология органического и нефтехимического синтеза"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	180 / 5
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Б1.В.ДВ.01.01 «Каталитические системы и технологии разделения в органическом синтезе»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.01 Химическая технология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 922 от 07.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических
наук, доцент

(должность, степень, ученое звание)

С.В Портнова

(ФИО)

Заведующий кафедрой

Е.Л. Красных, доктор
химических наук, профессор

(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета
факультета / института (или учебно-
методической комиссии)

О.В Лаврентьева, кандидат
химических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной
программы

А.Б. Соколов, кандидат
химических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	5
4.1 Содержание лекционных занятий	6
4.2 Содержание лабораторных занятий	11
4.3 Содержание практических занятий	14
4.4. Содержание самостоятельной работы	14
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	17
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	18
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	19
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	19
9. Методические материалы	20
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	21

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-2 Способен выполнять поиск экономических и эффективных методов производства полимерных материалов с заданными свойствами	ПК-2.1 Знает физико-химические основы получения полимерных материалов	Знать катализаторы и каталитические системы, применяемые при получении полимеров
		ПК-2.2 Знает основы технологии производства полимерных материалов	Знать процессы разделения, выделения и очистки, применяемые при производстве полимерных материалов
		ПК-2.4 Умеет использовать лабораторное оборудование	Уметь использовать лабораторное оборудование для анализа мономеров и вспомогательных веществ
		ПК-2.5 Умеет осуществлять поиск информации для разработки новых методов производства полимерных материалов	Уметь работать с различными информационными источниками, анализировать и структурировать информацию о методах производства полимерных материалов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины

ПК-2		Мембранные процессы в химической технологии ; Производственная практика: технологическая практика; Технология полимеров; Физико-химические свойства растворов полимеров; Химия и физика полимеров	Основы проектирования химико-технологических процессов; Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Программные комплексы для моделирования химико-технологических процессов; Технология полимеров
------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	80	32	48
Лабораторные работы	32	16	16
Лекции	48	16	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	5	2	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	114	38	76
подготовка к зачету	15	15	0
подготовка к лабораторным работам	24	8	16
составление конспектов	64	15	49
подготовка к экзамену	11	0	11
Итого: час	180	72	108
Итого: з.е.	5	2	3

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

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Кристаллизация. Применение для выделения и очистки веществ	4	4	0	12	20
2	Процессы адсорбции, абсорбции	4	4	0	12	20

3	Экстрактивная и азеотропная ректификация	8	8	0	14	30	
4	Теоретические основы катализа	4	0	0	10	14	
5	Виды катализа	8	8	0	18	34	
6	Технология катализаторов	16	16	0	30	62	
7	Промышленный катализ	4	8	0	18	30	
		КСР	0	0	0	5	
		Итого	48	48	0	114	215

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Кристаллизация. Применение для выделения и очистки веществ	Теоретические основы кристаллизации из расплавов и растворов.	1.1 Кристаллизация из растворов и расплавов. Растворы. Условия равновесия в процессе кристаллизации. 1.2 Способы получения пересыщенных растворов. Стадии кристаллизации. Кинетика кристаллизации из раствора. 1.3 Особенности кристаллизации из расплавов. 1.4 Массовая кристаллизация. Аппараты для поведения массовой кристаллизации.	2
2	Кристаллизация. Применение для выделения и очистки веществ	Применение процессов кристаллизации в технологии получения полимеров.	1.5 Применение процессов кристаллизации в технологии получения полимеров. 1.6 Технология выделения терефталевой кислоты кристаллизацией. Принципиальная схема очистки. 1.7 Технология выделения капролактама. Очистка капролактама перекристаллизацией. Особенности используемых кристаллизаторов. Принципиальная схема очистки. 1.8 Технология кристаллизации полимеров. Особенности используемых кристаллизаторов.	2
3	Процессы адсорбции, абсорбции	Процессы адсорбции и абсорбции	2.1 Сорбция газов и паров твердыми телами. Основы адсорбции и ионного обмена. Физическая и химическая абсорбция. Требования к абсорбентам. 2.2 Типы адсорбентов. Особенности строения. Методы получения. Области применения.	2

4	Процессы адсорбции, абсорбции	Применение процессов адсорбции и абсорбции в технологии получения полимеров.	2.5. Аппаратурное оформление адсорбционных процессов. 2.6 Принципиальная схема абсорбционно-десорбционного процесса. Аппаратурное оформление процесса абсорбции. 2.7 Ионообменные процессы. Аниониты и катиониты. Аппаратурное оформление ионообменных процессов. 2.8 Применение процессов адсорбции и абсорбции в технологии получения полимеров.	2
5	Экстрактивная и азеотропная ректификация	Законы Коновалова. Условия существования азеотропов.	3.1 Равновесие между паром и жидкостью для идеальных систем. Понятие относительной летучести. 3.2 Законы Коновалова. Условие существования азеотропов. Диаграмма равновесия жидкость-пар для бинарной системы. Типы азеотропных смесей в бинарных системах. 3.3 Законы Вревского. Влияние температуры и давления на фазовое равновесие бинарных систем. 3.4 Трехкомпонентные смеси. Типы азеотропных смесей в трехкомпонентных системах.	2
6	Экстрактивная и азеотропная ректификация	Азеотропная и экстрактивная ректификация.	3.5 Теоретическая основа методов азеотропной и экстрактивной ректификации. Понятие селективности разделяющего агента. Выбор разделяющих агентов. Требования к разделяющим агентам. 3.6 Азеотропная и экстрактивная ректификация. Технологическое оформление процессов. Сравнение азеотропной и экстрактивной ректификации.	2
7	Экстрактивная и азеотропная ректификация	Применение экстрактивной ректификации	3.7 Технология выделения бутадиена из смеси углеводородов C4 экстрактивной ректификацией. Особенности оформления стадии ректификации. Принципиальная схема процесса. 3.8 Технология выделения изопрена из смеси углеводородов C5 экстрактивной ректификацией. Особенности оформления стадии ректификации. Принципиальная схема процесса. 3.9 Технология выделения стирола из смеси углеводородов C8 экстрактивной ректификацией. Особенности оформления стадии ректификации. Принципиальная схема процесса.	2
8	Экстрактивная и азеотропная ректификация	Применение азеотропной ректификации	3.10 Применение азеотропной ректификации. Осушка бензола, мономеров, этиленгликоля. Принципиальные схемы процессов.	2
Итого за семестр:				16
6 семестр				

9	Теоретические основы катализа	Тема 1.1 Общие положения катализа.	Определение катализа и катализатора. Сущность каталитического действия. Роль катализа в развитии химической промышленности. Классификация каталитических процессов. Важнейшие понятия и термины катализа. Классификация катализаторов. Типы каталитических систем. Стадии каталитической реакции. Понятие о каталитическом цикле.	2
10	Теоретические основы катализа	Тема 1.2 Теории катализа.	Теория активных центров Тейлора и теория промежуточных соединений и состояний. Мультиплетная теория катализа Баландина. Принципы геометрического и энергетического соответствия реагентов и активных центров. Теория активных ансамблей Кобозева. Цепная теория катализа Семенова Н. Н. и Воеводского В. В.	2
11	Виды катализа	Тема 2.1 Кислотно – основной катализ.	Кислоты и основания. Методы определения кислотных и основных центров на поверхности катализатора. Кислотные и основные катализаторы и их активные центры. Цеолиты и молекулярные сита. Сверхкислоты и сверхоснования. Имобилизованные кислоты и основания. Промышленная реализация кислотно – основного катализа.	2
12	Виды катализа	Тема 2.2 Катализ на оксидах и каталитическое окисление.	Общие характеристики каталитического окисления. Энергетические уровни ионов переходных металлов в оксидах. Дефекты в оксидах переходных металлах. Особенности кинетики каталитического окисления. Активация кислорода на поверхности оксидных катализаторов. Промышленная реализация катализа на оксидах в промышленности органического синтеза, СК и пластмасс.	2
13	Виды катализа	Тема 2.3 Межфазный катализ	Природа межфазного катализа. Ионные пары в органическом синтезе. Влияние растворителя. Механизм межфазного катализа. Изучение механизма реакций в различных условиях. Механизм в нейтральных средах. Механизм реакций, проходящих в присутствии гидроксидов щелочных металлов. Механизмы реакций в присутствии других оснований. Эмпирическая оценка эффективности катализатора. Катализаторы на полимерных носителях. Практическое использование межфазного катализа. Условия проведения реакций.	2

14	Виды катализа	Тема 2.4 Катализ на металлах и реакции с участием водорода.	Электронное строение переходных металлов. Методы изучения поверхности переходных металлов и адсорбции молекул на ней. Чистая поверхность металлов. Адсорбция на переходных металлах. Простейшие каталитические реакции на переходных металлах. Сплавы. Нанесенные металлы. Промышленная реализация процессов катализа на металлах.	2
15	Технология катализаторов	Тема 3.1 Производство катализаторов.	Требования к промышленным катализаторам. Отравление катализатора. Дезактивация в результате блокировки и спекания. Регенерация контактных масс. Оборудование катализаторных производств. Методы исследования катализаторов. Методы получения катализаторов. Характеристика методов пропитки и осаждения – соосаждения. Их достоинства и недостатки.	2
16	Технология катализаторов	Тема 3.1 Производство катализаторов (продолжение).	Катализаторы на носителях, получаемые методом пропитки. Характеристика и способы производства основных носителей. Примеры производства отдельных видов контактных масс. Катализаторы, получаемые механическим смешением компонентов. Плавленные и скелетные контактные массы.	2
17	Технология катализаторов	Тема 3.1 Производство катализаторов (продолжение).	Технологии получения катализаторов разложения диметилдиоксана в производстве изопрена. КБФ-76у. КФ-83. КФМ-4. Основные характеристики. Стадии получения катализаторов.	2
18	Технология катализаторов	Тема 3.1 Производство катализаторов (продолжение).	Катализаторы и каталитические системы на основе ионообменных смол. Физико – химические характеристики катионитов и анионитов. Принципиальные схемы процессов производства сильнокислотного сульфокатионита. Схема процесса производства пористого сильнокислотного сульфокатионита. Схема процесса производства макро-пористого слабокислотного катионита. Области применения катализаторов данного типа.	2

19	Технология катализаторов	Тема 3.1 Производство катализаторов (продолжение).	Производство многокомпонентного каталитического комплекса на основе триизобутилалюминия (ТИБА) и четыреххлористого титана для стереоспецифической полимеризации изопрена. Технологические стадии: синтез эфирата ТИБА; приготовление раствора эфирата ТИБА; приготовление раствора четыреххлористого титана; синтез каталитического комплекса; приготовление раствора дипроксидов.	2
20	Технология катализаторов	Тема 3.1 Производство катализаторов (продолжение).	Промышленное производство триизобутилалюминия (ТИБА), являющегося универсальным катализатором процессов полимеризации и сополимеризации непредельных углеводородов и в качестве сокатализатора в производстве полиэтилена. Стадии технологического процесса получения триизобутилалюминия: получение водорода, его очистка и осушка; компримирование водорода и азота; прием на установку сырья и осушка изобутилена; приготовление суспензии алюминиевого порошка; синтез триизобутилалюминия; очистка триизобутила-люминия от механических примесей; сбор и утилизация отходов производства.	2
21	Технология катализаторов	Тема 3.1 Производство катализаторов (продолжение).	Технология получения протонированного комплекса этилалюминия сесквихлорида (ПК ЭАСХ) применяемого при производстве бутилкаучука. Технологические стадии: приготовление суспензии из алюминиевого порошка; синтез этилалюминийсесквихлорида (ЭАСХ); очистка этилалюминийсесквихлорида от механических примесей; синтез протонированного комплекса; очистка протонированного комплекса от механических примесей.	2
22	Технология катализаторов	Тема 3.1 Производство катализаторов (продолжение).	Катализаторы на основе нанесенного оксида хрома для процессов полимеризации, гидрирования, дегидрирования, изомеризации, ароматизации, парциального окисления, дегидрохлорирования и др. Способы получения: пропитка гранул оксида алюминия растворами соединений хрома; соосаждение гидроксидов хрома и алюминия аммиаком из растворов солей; смешение высокодисперсных кристаллических оксидов хрома и алюминия. Технология производства катализатора ИМ-2201. КДМ - модификация катализатора ИМ.	2

23	Промышленный катализ	Тема 4.1 Важнейшие каталитические процессы нефтехимии.	Изомеризация. Гидрирование, дегидрирование. Этерификация. Алкилирование. Окисление. Конденсация. Гидратация, дегидратация. Хлорирование, дегидрохлорирование.	2
24	Промышленный катализ	Тема 4.1 Важнейшие каталитические процессы нефтехимии (продолжение).	Процессы получения полимеров. Катализ в экологии. Достижения и прогнозы развития катализа в нефтехимии и технологии получения полимерных материалов.	2
Итого за семестр:				32
Итого:				48

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Кристаллизация. Применение для выделения и очистки веществ	Лабораторная работа № 1. Очистка веществ методом перекристаллизации.	Очистка адипиновой кислоты методом перекристаллизации. Подбор растворителя.	2
2	Кристаллизация. Применение для выделения и очистки веществ	Лабораторная работа № 1. Очистка веществ методом перекристаллизации.	Очистка адипиновой кислоты методом перекристаллизации. Подбор растворителя.	2
3	Процессы адсорбции, абсорбции	Лабораторная работа № 2. Адсорбция. Колоночная хроматография. Иониты. Очистка воды.	Адсорбция компонентов из газа, разделение смеси и осушка жидкости с помощью разных адсорбентов. Разделение смеси заданного состава с помощью жидкостной колоночной хроматографии. Определение порядка выхода компонентов смеси из колонки. Емкость адсорбента. Проведение полного цикла процессов Н- или Na-катионитных фильтров: взрыхление, регенерация, отмывка и умягчение на каждом из указанных фильтров.	2
4	Процессы адсорбции, абсорбции	Лабораторная работа № 2. Адсорбция. Колоночная хроматография. Иониты. Очистка воды.	Адсорбция компонентов из газа, разделение смеси и осушка жидкости с помощью разных адсорбентов. Разделение смеси заданного состава с помощью жидкостной колоночной хроматографии. Определение порядка выхода компонентов смеси из колонки. Емкость адсорбента. Проведение полного цикла процессов Н- или Na-катионитных фильтров: взрыхление, регенерация, отмывка и умягчение на каждом из указанных фильтров.	2

5	Экстрактивная и азеотропная ректификация	Лабораторная работа 3 Жидкостная экстракция	Однократная и многократная экстракция этилового спирта из водного раствора органическим растворителем. Определение степени извлечения этилового спирта разными растворителями в условия однократной и дробной экстракции.	2
6	Экстрактивная и азеотропная ректификация	Лабораторная работа № 3 Жидкостная экстракция	Однократная и многократная экстракция этилового спирта из водного раствора органическим растворителем. Определение степени извлечения этилового спирта разными растворителями в условия однократной и дробной экстракции.	2
7	Экстрактивная и азеотропная ректификация	Лабораторная работа № 4. Ректификация с добавлением разделяющего агента.	Выбор разделяющего агента по данным о равновесии между жидкостью и паром. Абсолютирование этанола. Азеотропная осушка бензола.	2
8	Экстрактивная и азеотропная ректификация	Лабораторная работа № 4. Ректификация с добавлением разделяющего агента.	Выбор разделяющего агента по данным о равновесии между жидкостью и паром. Абсолютирование этанола. Азеотропная осушка бензола.	2
23	Промышленный катализ	Лабораторная работа № 8. Проведение реакции этерификации с применением гетерогенных катализаторов	Подготовка катионита. Проведение реакции этерификации. Сравнение каталитической и некаталитической реакции. Особенности оформления реакционного узла при использовании катионита.	2
Итого за семестр:				18
6 семестр				
9	Виды катализа	Лабораторная работа № 1 Проведение реакции этерификации с применением гомогенных катализаторов	Выбор катализатора (серная кислота, ортофосфорная кислота, толуолсульфо кислота). Проведение реакции этерификации. Сравнение каталитической и некаталитической реакции. Особенности оформления реакционного узла при использовании гомогенных катализаторов.	2
10	Виды катализа	Лабораторная работа № 1 Проведение реакции этерификации с применением гомогенных катализаторов	Выбор катализатора (серная кислота, ортофосфорная кислота, толуолсульфо кислота). Проведение реакции этерификации. Сравнение каталитической и некаталитической реакции. Особенности оформления реакционного узла при использовании гомогенных катализаторов.	2
11	Виды катализа	Лабораторная работа № 2. Использование катализаторов межфазного переноса в реакциях гидролиза сложных эфиров	Активность катализатора. Селективность катализатора. Межфазный катализ. Сравнение каталитической и некаталитической реакции.	2

12	Виды катализа	Лабораторная работа № 2. Использование катализаторов межфазного переноса в реакциях гидролиза сложных эфиров	Активность катализатора. Селективность катализатора. Межфазный катализ. Сравнение каталитической и некаталитической реакции.	2
13	Технология катализаторов	Лабораторная работа № 3 Технология катализаторов. Получение катализаторов методом осаждения	Приобретение экспериментальных навыков по получению осажденных катализаторов глубокого окисления органических веществ	2
14	Технология катализаторов	Лабораторная работа № 3 Технология катализаторов. Получение катализаторов методом осаждения	Приобретение экспериментальных навыков по получению осажденных катализаторов глубокого окисления органических веществ	2
15	Технология катализаторов	Лабораторная работа № 4. Определение каталитической активности гетерогенного осажденного катализатора	Проверка каталитической активности синтезированного катализатора методом окисления уксусной кислоты (ацетона). Определение энергии активации процесса.	2
16	Технология катализаторов	Лабораторная работа № 4. Определение каталитической активности гетерогенного осажденного катализатора	Проверка каталитической активности синтезированного катализатора методом окисления уксусной кислоты (ацетона). Определение энергии активации процесса.	2
17	Технология катализаторов	Лабораторная работа № 5. Технология катализаторов. Получение катализаторов методом нанесения	Приобретение экспериментальных навыков по получению нанесенных катализаторов глубокого окисления органических веществ	2
18	Технология катализаторов	Лабораторная работа № 5. Технология катализаторов. Получение катализаторов методом нанесения	Приобретение экспериментальных навыков по получению нанесенных катализаторов глубокого окисления органических веществ	2
19	Технология катализаторов	Лабораторная работа № 6. Определение каталитической активности нанесенного гетерогенного катализатора	Проверка каталитической активности синтезированного катализатора методом окисления уксусной кислоты (ацетона). Определение энергии активации процесса.	2

20	Технология катализаторов	Лабораторная работа № 6. Определение каталитической активности нанесенного гетерогенного катализатора	Проверка каталитической активности синтезированного катализатора методом окисления уксусной кислоты (ацетона). Определение энергии активации процесса.	2
21	Промышленный катализ	Лабораторная работа № 7. Определение статической обменной емкости катионита в H ⁺ форме	Ознакомление с методикой исследования свойств ионитов, используемых в качестве гетерогенных катализаторов различных процессов органического синтеза.	2
22	Промышленный катализ	Лабораторная работа № 7. Определение статической обменной емкости катионита в H ⁺ форме	Ознакомление с методикой исследования свойств ионитов, используемых в качестве гетерогенных катализаторов различных процессов органического синтеза.	2
24	Промышленный катализ	Лабораторная работа № 8. Проведение реакции этерификации с применением гетерогенных катализаторов	Подготовка катионита. Проведение реакции этерификации. Сравнение каталитической и некаталитической реакции. Особенности оформления реакционного узла при использовании катионита.	2
Итого за семестр:				30
Итого:				48

4.3 Содержание практических занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
5 семестр			
Кристаллизация. Применение для выделения и очистки веществ	составление конспектов	Раздел 1. Кристаллизация. Применение для выделения и очистки веществ. Кристаллизация. Кристаллическое и аморфное состояние. Типы кристаллических решеток. Полиморфизм и изоморфизм. Правило фаз Гиббса. Системы кристаллизации из растворов с эвтектикой. Системы кристаллизации из расплавов с неограниченно растворяющимися компонентами в твердом и жидком состоянии.	5

Кристаллизация. Применение для выделения и очистки веществ	Подготовка к лабораторным занятиям	Изучение методических указаний к лабораторным работам, подготовка отчета.	2
Кристаллизация. Применение для выделения и очистки веществ	Подготовка к зачету с оценкой	Перечень рассматриваемых подтем в вопросах к зачету соответствует под темам, рассматриваемым в лекционном курсе. Перечень вопросов для подготовки к зачету представлен в приложении 1.	5
Процессы адсорбции, абсорбции	составление конспектов	Раздел 2. Процессы адсорбции, абсорбции Теоретические основы процесса сорбции. Классификация молекул и адсорбентов по их способности к различным видам межмолекулярного взаимодействия. Адсорбционные насосы. Технология короткоциклового адсорбции. Очистка и осушка газов. Преимущества.	5
Процессы адсорбции, абсорбции	Подготовка к лабораторным занятиям	Изучение методических указаний к лабораторным работам, подготовка отчета.	2
Процессы адсорбции, абсорбции	Подготовка к зачету с оценкой	Перечень рассматриваемых подтем в вопросах к зачету соответствует под темам, рассматриваемым в лекционном курсе. Перечень вопросов для подготовки к зачету представлен в приложении 1.	5
Экстрактивная и азеотропная ректификация	составление конспектов	Раздел 3. Экстрактивная и азеотропная ректификация Фазовые диаграммы процессов. Аппаратурное оформление. Периодическая и непрерывная ректификация. Контактные устройства. Достоинства, недостатки. Зависимость селективности разделения от структуры разделяемых углеводородов. Растворители, применяемые для выделения бутадиена, изопрена, стирола, бензола.	5
Экстрактивная и азеотропная ректификация	Подготовка к лабораторным занятиям	Изучение методических указаний к лабораторным работам, подготовка отчета.	4
Экстрактивная и азеотропная ректификация	Подготовка к зачету с оценкой	Перечень рассматриваемых подтем в вопросах к зачету соответствует под темам, рассматриваемым в лекционном курсе. Перечень вопросов для подготовки к зачету представлен в приложении 1.	5
Итого за семестр:			38
6 семестр			

Теоретические основы катализа	составление конспектов	Изучение, анализ и конспектирование рекомендуемой литературы по теме 1.1 Общие положения катализа. Роль катализа в развитии химической промышленности. Классификация каталитических процессов. Активность, селективность и удельная поверхность гетерогенных катализаторов. Стадии каталитической реакции.	10
Виды катализа	составление конспектов	Изучение, анализ и конспектирование рекомендуемой литературы по теме 2.1 Кислотно - основной катализ. Цеолиты и другие молекулярные сита. Промышленная реализация кислотно - основного катализа. По теме 2.2 Катализ на оксидах и каталитическое окисление. Энергетические уровни ионов переходных металлов в оксидах. Особенности кинетики каталитического окисления. Активация кислорода на поверхности оксидных катализаторов.	10
Виды катализа	Подготовка к лабораторным занятиям	Изучение методических указаний к лабораторным работам, подготовка отчета.	4
Виды катализа	подготовка к экзамену	Перечень рассматриваемых подтем в вопросах к зачету соответствует под темам, рассматриваемым в лекционном курсе. Перечень вопросов для подготовки к зачету представлен в приложении 1.	4
Технология катализаторов	составление конспектов	Изучение, анализ и конспектирование рекомендуемой литературы по теме 3.1 Производство катализаторов. Катализаторы, получаемые механическим смешением компонентов. Плавленные и скелетные контактные массы. Катализаторы на основе природных глин, цеолитов, ионообменных смол. Характеристика методов пропитки и осаждения - соосаждения. Их достоинства и недостатки. Катализаторы на носителях, получаемые методом пропитки. Характеристика и способы производства основных носителей. Катализаторы, получаемые методом смешения. Плавленные и скелетные контактные массы.	18
Технология катализаторов	Подготовка к лабораторным занятиям	Изучение методических указаний к лабораторным работам, подготовка отчета.	8

Технология катализаторов	подготовка к экзамену	Перечень рассматриваемых подтем в вопросах к зачету соответствует под темам, рассматриваемым в лекционном курсе. Перечь вопросов для подготовки к зачету представлен а приложении 1.	4
Промышленный катализ	составление конспектов	Изучение, анализ и конспектирование рекомендуемой литературы по теме 4.1 Важнейшие каталитические процессы нефтехимии. Катализаторы, применяемые в процессах: Изомеризация. Гидрирование, дегидрирование. Этерификация. Алкилирование. Окисление. Гидратация, дегидратация. Полимеризация. Хлорирование, дегидрохлорирование.	11
Промышленный катализ	Подготовка к лабораторным занятиям	Изучение методических указаний к лабораторным работам, подготовка отчета.	4
Промышленный катализ	подготовка к экзамену	Перечень рассматриваемых подтем в вопросах к зачету соответствует под темам, рассматриваемым в лекционном курсе. Перечь вопросов для подготовки к зачету представлен а приложении 1.	3
Итого за семестр:			76
Итого:			114

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

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Дзисько, В.А. Основы методов приготовления катализаторов / Отв.ред.А.А.Самахов.- Новосибирск, Наука, 1983.- 263 с.	Электронный ресурс
2	Кожевников, И.В. Катализ кислотами и основаниями / Отв.ред.В.А.Лихолобов.- Новосибирск, Изд-во Новосиб.ун-та, 1991.- 123 с.	Электронный ресурс
3	Крылов, О.В. Гетерогенный катализ : Учеб.пособие.- М., Академкнига, 2004.- 679 с.	Электронный ресурс
4	Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию: учеб. пособие / под ред. Ю. И. Дытнерского .- 5-е изд., стер.; Перепеч. с изд.1991 г..- М., Альянс, 2010.- 493 с.	Электронный ресурс
5	Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : учеб. / В. М. Потехин, В. В. Потехин .- 2-е изд.,испр .и доп..- СПб., Химиздат, 2007.- 943 с.	Электронный ресурс

6	Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : Учеб. / В.М.Потехин, В.В.Потехин.- СПб., ХИМИЗДАТ, 2005.- 912 с.	Электронный ресурс
7	Романовский, Б.В. Основы катализа : учеб. пособие / Б. В. Романовский.- М., БИНОМ.Лаб.знаний, 2014.- 172 с.	Электронный ресурс
8	Швыдкий, В.С. Теоретические основы очистки газов : учеб. / В. С. Швыдкий, М. Г. Ладыгичев, Д. В. Швыдкий .- 2-е изд., доп..- М., Теплотехник, 2004.- 502 с.	Электронный ресурс
9	Шумяцкий, Ю.И. Промышленные адсорбционные процессы : учеб.пособие / Ю. И. Шумяцкий.- М., КолосС, 2009.- 183 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
10	Байрамов, В.М. Основы химической кинетики и катализа : Учеб.пособие / Под ред.В.В.Лунина.- М., Academia, 2003.- 252 с.	Электронный ресурс
11	Дытнерский, Ю.И. Мембранное разделение газов / Ю.И.Дытнерский, В.П.Брыков, Г.Г.Каграманов.- М., Химия, 1991.- 341 с.	Электронный ресурс
12	Мастерс, К. Гомогенный катализ переходными металлами : пер.с англ. / К. Мастерс.- М., Мир, 1983.- 299 с.	Электронный ресурс
13	Мембраны и мембранные технологии / отв.ред. А. Б. Ярославцев.- М., Науч.мир, 2013.- 611 с.	Электронный ресурс
14	Свитцов, А.А. Введение в мембранную технологию.- М., ДеЛи принт, 2007.- 207 с.	Электронный ресурс
15	Швыдкий, В.С. Очистка газов : справ. / В. С. Швыдкий, М. Г. Ладыгичев.- М., Теплотехник, 2005.- 640 с.	Электронный ресурс
Учебно-методическое обеспечение		
16	Карасева, С.Я. Химические реакции полимеров : учеб.пособие / С. Я. Карасева, В. С. Саркисова, Ю. А. Дружинина; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2012.- 124 с.	Электронный ресурс
17	Томина, Н.Н. Катализ в нефтепереработке : Учеб.пособие / Н. Н. Томина, А. А. Пимерзин; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2004.- 60 с.	Электронный ресурс

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

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

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

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

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Office 2007 Open License Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

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

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Журналы Американского химического общества Web Edition	http://www.acs.org/content/acs/en.html	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
2	ScienceDirect - 4 коллекции: Chemistry, Engineering, Materials Science, Physics and Astronomy	http://www.sciencedirect.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
3	Reaxys - база структурного поиска по химии.	http://www.reaxys.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
4	Scopus - база данных рефератов и цитирования	http://www.scopus.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
5	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
6	Электронная библиотека изданий СамГТУ	http://irbis.samgtu.local/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe	Российские базы данных ограниченного доступа
7	Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина	http://elib.gubkin.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
8	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

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

Лекционные занятия

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

Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные занятия

Для лабораторных занятий используются аудитории №9 (уч. корп. 2), №11 (уч. корп. 2), оснащенные следующим оборудованием: техническими и аналитическими весами, сушильными шкафами, магнитными мешалками, вискозиметрами, титровальными установками, рефрактометром, спектрофотометром, стеклянными

лабораторными установками; специальной химической посудой, химическими реактивами и другим необходимым оборудованием для проведения лабораторных работ. Лаборатории оснащены принудительной тягой.

Самостоятельная работа

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

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки, ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10);
- компьютерные классы (ауд. 208, 210 корпус № 8, ауд. 34, 35 корпус №2).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

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

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

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

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

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

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

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

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

индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

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

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

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

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.01.01 «Каталитические системы и
технологии разделения в органическом синтезе»

**Фонд оценочных средств
по дисциплине**

Б1.В.ДВ.01.01 «Каталитические системы и технологии разделения в органическом синтезе»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Химическая технология высокомолекулярных соединений
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Химико-технологический факультет (ХТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Технология органического и нефтехимического синтеза"
Кафедра-разработчик	кафедра "Технология органического и нефтехимического синтеза"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	180 / 5
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-2 Способен выполнять поиск экономических и эффективных методов производства полимерных материалов с заданными свойствами	ПК-2.1 Знает физико-химические основы получения полимерных материалов	Знать катализаторы и каталитические системы, применяемые при получении полимеров
		ПК-2.2 Знает основы технологии производства полимерных материалов	Знать процессы разделения, выделения и очистки, применяемые при производстве полимерных материалов
		ПК-2.4 Умеет использовать лабораторное оборудование	Уметь использовать лабораторное оборудование для анализа мономеров и вспомогательных веществ
		ПК-2.5 Умеет осуществлять поиск информации для разработки новых методов производства полимерных материалов	Уметь работать с различными информационными источниками, анализировать и структурировать информацию о методах производства полимерных материалов

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (знания, умения, владения)	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Кристаллизация. Применение для выделения и очистки веществ				
ПК-2.1 Знает физико-химические основы получения полимерных материалов	Знать катализаторы и каталитические системы, применяемые при получении полимеров	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+ +	+
ПК-2.2 Знает основы технологии производства полимерных материалов	Знать процессы разделения, выделения и очистки, применяемые при производстве полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+ +	+
ПК-2.4 Умеет использовать лабораторное оборудование	Уметь использовать лабораторное оборудование для анализа мономеров и вспомогательных веществ	Вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+	+
ПК-2.5 Умеет осуществлять поиск информации для разработки новых методов производства полимерных материалов	Уметь работать с различными информационными источниками, анализировать и структурировать информацию о методах производства полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+ +	+
ПК-2.6 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства полимерных материалов	Уметь обосновать выбор условий проведения процесса получения полимерных материалов и катализатора	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+ +	+
ПК-2.7 Владеет навыками работы в программных продуктах для моделирования и проектирования	Владеть различными программными программами для моделирования и проектирования химических процессов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам	+ +	

химических процессов				
Процессы адсорбции, абсорбции				
ПК-2.1 Знает физико-химические основы получения полимерных материалов	Знать катализаторы и каталитические системы, применяемые при получении полимеров	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+ +	+
ПК-2.2 Знает основы технологии производства полимерных материалов	Знать процессы разделения, выделения и очистки, применяемые при производстве полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+ +	+
ПК-2.4 Умеет использовать лабораторное оборудование	Уметь использовать лабораторное оборудование для анализа мономеров и вспомогательных веществ	Вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+	+
ПК-2.5 Умеет осуществлять поиск информации для разработки новых методов производства полимерных материалов	Уметь работать с различными информационными источниками, анализировать и структурировать информацию о методах производства полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+ +	+
ПК-2.6 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства полимерных материалов	Уметь обосновать выбор условий проведения процесса получения полимерных материалов и катализатора	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+ +	+
ПК-2.7 Владеет навыками работы в программных продуктах для моделирования и проектирования химических процессов	Владеть различными программными программами для моделирования и проектирования химических процессов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам	+ +	
Экстрактивная и азеотропная ректификация				
ПК-2.1 Знает физико-химические	Знать катализаторы и каталитические системы, применяемые при	Проверка конспектов вопросы по	+	

основы получения полимерных материалов	получении полимеров	лабораторным работам Вопросы на зачете	+	+
ПК-2.2 Знает основы технологии производства полимерных материалов	Знать процессы разделения, выделения и очистки, применяемые при производстве полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+	+
ПК-2.4 Умеет использовать лабораторное оборудование	Уметь использовать лабораторное оборудование для анализа мономеров и вспомогательных веществ	Вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+	+
ПК-2.5 Умеет осуществлять поиск информации для разработки новых методов производства полимерных материалов	Уметь работать с различными информационными источниками, анализировать и структурировать информацию о методах производства полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+	+
ПК-2.6 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства полимерных материалов	Уметь обосновать выбор условий проведения процесса получения полимерных материалов и катализатора	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Вопросы на зачете	+	+
ПК-2.7 Владеет навыками работы в программных продуктах для моделирования и проектирования химических процессов	Владеть различными программными программами для моделирования и проектирования химических процессов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам	+	+
Теоретические основы катализа				
ПК-2.1 Знает физико-химические основы получения полимерных материалов	Знать катализаторы и каталитические системы, применяемые при получении полимеров	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+

ПК-2.2 Знает основы технологии производства полимерных материалов	Знать процессы разделения, выделения и очистки, применяемые при производстве полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.4 Умеет использовать лабораторное оборудование	Уметь использовать лабораторное оборудование для анализа мономеров и вспомогательных веществ	Вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.5 Умеет осуществлять поиск информации для разработки новых методов производства полимерных материалов	Уметь работать с различными информационными источниками, анализировать и структурировать информацию о методах производства полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.6 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства полимерных материалов	Уметь обосновать выбор условий проведения процесса получения полимерных материалов и катализатора	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.7 Владеет навыками работы в программных продуктах для моделирования и проектирования химических процессов	Владеть различными программными программами для моделирования и проектирования химических процессов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам	+	+
Виды катализа				
ПК-2.1 Знает физико-химические основы получения полимерных материалов	Знать катализаторы и каталитические системы, применяемые при получении полимеров	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.2 Знает основы технологии производства полимерных материалов	Знать процессы разделения, выделения и очистки, применяемые при производстве полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные	+	+

		вопросы		+
ПК-2.4 Умеет использовать лабораторное оборудование	Уметь использовать лабораторное оборудование для анализа мономеров и вспомогательных веществ	Вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.5 Умеет осуществлять поиск информации для разработки новых методов производства полимерных материалов	Уметь работать с различными информационными источниками, анализировать и структурировать информацию о методах производства полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.6 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства полимерных материалов	Уметь обосновать выбор условий проведения процесса получения полимерных материалов и катализатора	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.7 Владеет навыками работы в программных продуктах для моделирования и проектирования химических процессов	Владеть различными программными программами для моделирования и проектирования химических процессов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам	+	+
Технология катализаторов				
ПК-2.1 Знает физико-химические основы получения полимерных материалов	Знать катализаторы и каталитические системы, применяемые при получении полимеров	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.2 Знает основы технологии производства полимерных материалов	Знать процессы разделения, выделения и очистки, применяемые при производстве полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.4 Умеет использовать лабораторное оборудование	Уметь использовать лабораторное оборудование для анализа мономеров и вспомогательных веществ	Вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+

ПК-2.5 Умеет осуществлять поиск информации для разработки новых методов производства полимерных материалов	Уметь работать с различными информационными источниками, анализировать и структурировать информацию о методах производства полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.6 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства полимерных материалов	Уметь обосновать выбор условий проведения процесса получения полимерных материалов и катализатора	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.7 Владеет навыками работы в программных продуктах для моделирования и проектирования химических процессов	Владеть различными программными программами для моделирования и проектирования химических процессов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам	+	+
Промышленный катализ				
ПК-2.1 Знает физико-химические основы получения полимерных материалов	Знать катализаторы и каталитические системы, применяемые при получении полимеров	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.2 Знает основы технологии производства полимерных материалов	Знать процессы разделения, выделения и очистки, применяемые при производстве полимерных материалов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.4 Умеет использовать лабораторное оборудование	Уметь использовать лабораторное оборудование для анализа мономеров и вспомогательных веществ	Вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.5 Умеет осуществлять поиск информации для разработки новых методов	Уметь работать с различными информационными источниками, анализировать и структурировать	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные	+	+

производства полимерных материалов	информацию о методах производства полимерных материалов	вопросы		+
ПК-2.6 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства полимерных материалов	Уметь обосновать выбор условий проведения процесса получения полимерных материалов и катализатора	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам Экзаменационные вопросы	+	+
ПК-2.7 Владеет навыками работы в программных продуктах для моделирования и проектирования химических процессов	Владеть различными программными программами для моделирования и проектирования химических процессов	Проверка конспектов вопросы по лабораторным работам	+	

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

2.1. Формы текущего контроля успеваемости

5 семестр

Примеры заданий для тестирования в рамках контрольных точек

1. В процессе азеотропной ректификации разделяющий агент должен отбираться
А) дистиллятом, в виде азеотропной смеси с одним или несколькими компонентами исходной смеси
Б) с кубовой жидкостью, без образования азеотропных смесей.
В) равномерно распределяться между дистиллятом и кубом.
2. В процессе экстрактивной ректификации разделяющий агент должен отбираться
А) дистиллятом, в виде азеотропной смеси с одним или несколькими компонентами исходной смеси
Б) с кубовой жидкостью, без образования азеотропных смесей.
В) равномерно распределяться между дистиллятом и кубом.
3. В процессе экстрактивной и азеотропной ректификации действие разделяющего агента обусловлено
А) изменением относительной летучести компонентов вследствие разной интенсивности их взаимодействия
Б) изменением температуры кипения компонентов смеси вследствие смешения с третьим компонентом (образования азеотропов, растворения)
В) уменьшением интенсивности взаимодействия компонентов рассматриваемой системы друг с другом за счет разбавления раствора
4. Какие требования предъявляются к разделяющим агентам в процессах азеотропной и экстрактивной ректификации?
А) Высокая температура кипения.
Б) Легкость регенерации из смеси, подвергаемой разделению.
В) Химическое взаимодействие с целевым продуктом разделяемой смеси.
Г) Безопасность в обращении, доступность и дешевизна.
Д) Способность к разложению при нагревании.
5. Недостатки процесса азеотропной ректификации
А) невозможность выделить в чистом виде более высококипящие компоненты из разделяемой смеси
Б) затруднения при изменении концентрации разделяющего агента в колонне
В) более сложное технологическое оформление
Г) не возможность использовать более низкие температуры ректификации
6. В каких случаях следует применять азеотропную ректификацию?
А) При термической нестойкости одного или нескольких компонентов заданной смеси
Б) При малом количестве исходной смеси
В) При необходимости выделять более высококипящий компонент из разделяемой смеси
Г) В случае двухфазной системы
7. Из каких сырьевых источников в промышленности получают бензин?

- А) Фракции риформинга
- Б) Пиролизный бензин
- В) Газ пиролиза
- Г) Бензольная фракция коксования угля
- Д) Дегидрирование циклогексана

8. Какие компоненты легкого риформата невозможно разделить обычной ректификацией?

- А) Бензол-толуол
- Б) Бензол – ароматические углеводороды C₉ и выше
- В) Бензол – ксилолы

9. Какие экстрагенты применяют для выделения бензола из бензолсодержащих фракций экстрактивной ректификацией?

- А) N-формилморфолин
- Б) Ацетофенон
- В) Сульфолан
- Г) Диэтиленгликоль
- Д) N-метилпирролидон
- Е) Ацетонитрил
- Ж) Диметилсульфоксид

10. Какие примеси удаляются на стадии экстрактивной ректификации из бутадиена?

- А) Изобутан
- Б) Изобутилен
- В) 1-Бутен
- Г) 2-Бутен
- Д) Пропадиен
- Е) Пропин
- Ж) 1-Бутин

11. Укажите правильный ряд соединений, по растворимости в полярном экстрагенте.

- А) изобутан < 1-бутен < 1-бутин < метилацеилен ≈ 1,3-бутадиен ≈ 1,2-бутадиен < пропадиен
- Б) изобутан < 1-бутен < 1,3-бутадиен ≈ 1,2-бутадиен < метилацеилен < 1-бутин < пропадиен
- В) изобутан < 1-бутен < метилацеилен < 1-бутин < пропадиен < 1,3-бутадиен ≈ 1,2-бутадиен

12. Какие экстрагенты применяют для выделения бензола из бензолсодержащих фракций экстрактивной ректификацией?

- А) N,N-диметилфомамид
- Б) Ацетофенон
- В) Сульфолан
- Г) Этиленгликоль
- Д) N-метилпирролидон
- Е) Ацетонитрил
- Ж) Диоксан

13. Какие примеси удалить на стадии экстрактивной ректификации из фракций дегидрирования изопентана?

- А) Изопентан
- Б) Циклопентан
- В) 1-Пентен
- Г) 2-Циклопентен

- Д) 3-метил-1-бутин
- Е) Пиперилен
- Ж) 1,3-Циклопентадиен

14. Какие примеси не возможно удалить на стадии экстрактивной ректификации из фракций, содержащих стирол?

- А) Бензол
- Б) п-Ксилол
- В) Фенилацетилен
- Г) α -метилстирол
- Д) 3-метил-1-бутин
- Е) дивинилбензол

15. Какие меры применяют на стадии экстрактивной ректификации для предотвращения нежелательной полимеризации?

- А) Снижение давления
- Б) Подбор более низкокипящего экстрагента
- В) Использование ингибитора

6 семестр

Примеры вопросов для тестовых заданий по дисциплине

1) **Утверждение:** «Для протекания каталитической реакции пространственное расположение атомов в реагирующих молекулах и катализаторе должно быть таким, чтобы молекулы своими реагирующими атомами налагались с сохранением валентных углов на катализатор, соприкасаясь с его атомами» соответствует:

- А) теории поверхностных промежуточных соединений;
- Б) теории активных центров Тейлора;
- В) мультиплетной теории Баландина;
- Г) адсорбционной теории катализа;

2) **Какие из теорий катализа наиболее соответствуют определению:** «катализ – ускорение химической реакции веществом-катализатором путём участия в образовании активного комплекса одной или нескольких стадий химического превращения, и не входящим в состав конечных продуктов».

- А) цепная теория катализа Семенова-Воеводского;
- Б) химическая теория катализа Борескова;
- В) теория активных ансамблей Кобозева;
- Г) теория пресыщения Рогинского;

3) **Выделить неверные утверждения в принципах катализа:**

А) Катализ может быть использован для осуществления протекания только термодинамически возможных химических реакций;

Б) Катализатор может образовывать с исходными реагентами неустойчивые промежуточные соединения;

В) Катализатор смещает химическое равновесие, а также ускоряет его достижение

Г) В каталитических реакциях энергетический барьер всегда ниже, чем в такой же, но некаталитической реакции.

$$A_K = W_K / m_K \left[\frac{\text{кг продукта}}{\text{кг катализатора} \cdot \text{час}} \right]$$

4) **Формула:**

соответствует:

- А) производительности катализатора;
- Б) активности каталитически активного компонента катализатора;
- В) удельной каталитической активности;

- Г) «числу оборотов» катализатора;
- 5) **Отношение скорости образования целевого продукта к сумме скоростей по всем направлениям превращений – определяется как:**
- А) интегральная селективность;
 - Б) энантиоселективный избыток;
 - В) каталитическая активность катализатора;
 - Г) дифференциальная селективность;
- 6) **Бифункциональный катализатор – это:**
- А) катализатор, в составе которого содержатся два типа активных центров, различающихся по своим функциям;
 - Б) катализатор, применяемый в случае обратимых реакций;
 - В) катализатор применяется в том случае, если реакция протекает в две элементарные стадии, и эти стадии катализируются на активных центрах разного типа;
 - Г) катализатор, состоящий из нескольких активных компонентов, каждый из которых является активным в данной реакции. Повышение активности таких катализаторов может достигаться за счет взаимодействия компонентов с образованием новой более активной фазы.
- 7) **Что такое загрязнение катализатора?**
- А) дезактивация активных центров в случае, когда продукт каталитической реакции является ингибитором или каталитическим ядом;
 - Б) блокировка активных центров катализатора механическими примесями, содержащимися в сырье;
 - В) снижение активности катализатора, которое вызвано взаимодействием активных центров катализатора с каталитическим ядом, присутствующим в реакционной смеси;
 - Г) образование кокса на поверхности гетерогенных катализаторов;
- 8) **Иммобилизованный катализатор это:**
- А) гетерогенный катализатор, полученный путем нанесения гомогенного катализатора (часто, металлокомплексное соединение или фермент) на поверхность твердофазного носителя;
 - Б) катализатор, в котором активный центр закреплен на носителе посредством ковалентной химической связи;
 - В) активный компонент химически связан с носителем;
 - Г) смесь гомогенного и гетерогенного катализатора в эквимольных количествах;
- 9) **Каталитический цикл это:**
- А) система элементарных реакций с участием катализатора до стадии регенерации катализатора;
 - Б) система элементарных реакций от начала синтеза катализатора до стадии полной дезактивации катализатора;
 - В) система элементарных реакций с участием катализатора, при замыкании последовательности которых возникает циклический процесс связывания и регенерации катализатора и превращения исходных веществ в продукты;
 - Г) система элементарных реакций с участием катализатора, при замыкании последовательности которых возникает циклический процесс превращения исходных веществ в продукты без учета регенерации катализатора;
- 10) **Температура зажигания катализатора это:**
- А) температура, выше которой наблюдается заметная подвижность атомов в узлах кристаллической решетки катализатора;
 - Б) температура, выше которой наблюдается заметное разрушение структуры катализатора;
 - В) температура, выше которой наблюдается заметная подвижность поверхностных атомов в кристаллической решетке катализатора;

Г) наименьшая температура, при которой каталитическая реакция начинает протекать со значительной скоростью

11) **Выделить процессы, протекающие на гомогенных катализаторах:**

- А) Гидрирование бензола
- Б) «Вакер - процесс» (получение ацетальдегида)
- В) Прямая гидратация этилена
- Г) Оксосинтез (гидроформилирование алкенов)

12) **Как зависит доля атомов активного компонента (металла) на поверхности нанокластера от увеличения числа атомов металла в нанокластере?**

- А) увеличивается;
- Б) уменьшается;
- В) не изменяется;
- Г) все зависит от типа кристаллической решетки металла;

13) **Удельная каталитическая активность не зависит от размера частиц металла, нанесенного на носитель (структурно - нечувствительные реакции) в таких реакциях как:**

- А) гидрогенолиз;
- Б) дегидрирование;
- В) скелетная изомеризация;
- Г) окисление

14) **Снижение удельной поверхности катализатора может происходить в результате:**

- А) коалесценции частиц;
- Б) самодиспергирования частиц;
- В) фазовые превращения частиц;
- Г) агрегация частиц;

15) **Для повышения термической стабильности катализатора применяется:**

- А) Предварительная термообработка катализатора;
- Б) Выбор оптимального режима эксплуатации катализатора;
- В) Переведение катализатора в более мелкодисперсную форму;
- Г) Более частое чередование циклов «реакция-регенерация»;

16) **Для придания катализатору необходимой формы используются следующие методы обработки:**

- А) формование порошков и паст методом экструзии;
- Б) формование методом окатывания;
- В) формование в щековых и молотковых дробилках;
- Г) формование таблетированием;

17) **Основными факторами, улучшающими приготовление растворов исходных веществ, при приготовлении катализаторов методом осаждения являются:**

- А) повышение температуры растворения;
- Б) понижение температуры растворения;
- В) применение перемешивания;
- Г) укрупнение частиц;

18) **Для увеличения скорости осаждения при приготовлении катализаторов можно использовать следующие методы:**

- А) использовать низкую температуру и рН среды;
- Б) использовать высокую температуру и рН среды;
- В) использовать низкую температуру и высокий рН среды;
- Г) использовать высокую температуру и низкий рН среды;

19) **Факторы, влияющие на свойства нанесенных катализаторов:**

- А) физико – химические свойства и природа носителя;
- Б) структура активного компонента;
- В) концентрация исходных растворов;

- Г) температура и время сушки;
- 20) **Методы пропитки, используемые в технологии катализаторов:**
- А) метод окунаия;
 - Б) метод опрыскивания;
 - В) метод смешивания;
 - Г) пропитка с упаривание;

Примеры вопросов для лабораторных работ по дисциплине

Лабораторная работа №1 «Проведение реакции этерификации с применением гомогенных катализаторов».

Выбор катализатора (серная кислота, ортофосфорная кислота, толуолсульфокислота). Особенности оформления реакционного узла при использовании гомогенных катализаторов.

Лабораторная работа №2 «Определение статической обменной емкости катионита в H^+ форме».

Ознакомление с методикой исследования свойств ионитов.

Лабораторная работа №3 «Проведение реакции этерификации с применением гетерогенных катализаторов».

Подготовка катионита. Особенности оформления реакционного узла при использовании катионита.

Лабораторная работа №4 «Использование катализаторов межфазного переноса в реакциях гидролиза сложных эфиров».

Активность катализатора. Селективность катализатора. Межфазный катализ.

Лабораторная работа №5 «Технология катализаторов. Получение катализаторов методом осаждения».

Технология получения гетерогенного катализатора методом осаждения.

Лабораторная работа №6 «Определение каталитической активности гетерогенного осажденного катализатора».

Определение энергии активации процесса окисления.

Лабораторная работа №7 «Технология катализаторов. Получение катализаторов методом нанесения».

Технология приготовления гетерогенных катализаторов методом нанесения.

Лабораторная работа №8. «Определение каталитической активности нанесенного гетерогенного катализатора»

Зависимость скорости реакции окисления от различных параметров процесса. Определение скорости реакции и энергии активации.

2.2. Формы промежуточной аттестации – зачет с оценкой, экзамен

Перечень вопросов к зачету с оценкой (5 семестр)

1. Кристаллизация. Кристаллическое и аморфное состояние. Типы кристаллических решеток. Полиморфизм и изоморфизм.
2. Кристаллизация из растворов и расплавов. Растворы. Условия равновесия в процессе кристаллизации.
3. Способы получения пересыщенных растворов. Стадии кристаллизации. Кинетика кристаллизации из раствора. Особенности кристаллизации из расплавов.
4. Правило фаз Гиббса. Системы кристаллизации из растворов с эвтектикой. Системы кристаллизации из расплавов с неограниченно растворяющимися компонентами в твердом и жидком состоянии.
5. Массовая кристаллизация. Аппараты для проведения массовой кристаллизации. Основы эксплуатации кристаллизаторов.
6. Применение процессов кристаллизации в технологии получения полимеров. Технология выделения терефталевой кислоты. Очистка терефталевой кислоты кристаллизацией. Принципиальная схема очистки.
7. Технология выделения капролактама. Очистка капролактама перекристаллизацией. Особенности используемых кристаллизаторов. Принципиальная схема очистки.

8. Технология кристаллизации полимеров. Особенности используемых кристаллизаторов.
9. Теоретические основы процесса сорбции. Классификация молекул и адсорбентов по их способности к различным видам межмолекулярного взаимодействия.
10. Аппаратурное оформление адсорбционных процессов.
11. Принципиальная схема адсорбционно-десорбционного процесса. Аппаратурное оформление процесса адсорбции.
12. Адсорбционные насосы. Технология короткоциклового адсорбции. Очистка и осушка газов. Преимущества.
13. Ионообменные процессы. Аниониты и катиониты. Аппаратурное оформление ионообменных процессов.
14. Применение процессов адсорбции и абсорбции в технологии получения полимеров.
15. Равновесие между паром и жидкостью для идеальных систем. Понятие относительной летучести.
16. Дистилляция и ректификация. Фазовые диаграммы процессов. Дистилляция и ректификация. Аппаратурное оформление. Периодическая и непрерывная ректификация.
17. Дистилляция и ректификация. Контактные устройства. Достоинства, недостатки.
18. Законы Коновалова. Условие существования азеотропов.
19. Диаграмма равновесия жидкость-пар для бинарной системы. Типы азеотропных смесей в бинарных системах.
20. Законы Вревского. Влияние температуры и давления на фазовое равновесие бинарных систем.
21. Трехкомпонентные смеси. Типы азеотропных смесей в трехкомпонентных системах.
22. Теоретическая основа методов азеотропной и экстрактивной ректификации. Понятие селективности разделяющего агента. Выбор разделяющих агентов. Требования к разделяющим агентам.
23. Азеотропная и экстрактивная ректификация. Технологическое оформление процессов. Сравнение азеотропной и экстрактивной ректификации.
24. Селективные растворители. Зависимость селективности разделения от структуры разделяемых углеводородов. Растворители, применяемые для выделения бутадиена, изопрена, стирола.
25. Технология выделения бутадиена из смеси углеводородов C_4 экстрактивной ректификацией. Особенности оформления стадии ректификации. Принципиальная схема процесса.
26. Технология выделения изопрена из смеси углеводородов C_5 экстрактивной ректификацией. Особенности оформления стадии ректификации. Принципиальная схема процесса.
27. Технология выделения стирола из смеси углеводородов C_8 экстрактивной ректификацией. Особенности оформления стадии ректификации. Принципиальная схема процесса.
28. Применение азеотропной ректификации. Осушка бензола. Принципиальные схемы процессов.
29. Применение азеотропной ректификации. Осушка этиленгликоля. Принципиальные схемы процессов.
30. Применение азеотропной ректификации. Осушка мономеров (альфаметилстирола). Принципиальные схемы процессов.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (6 семестр)

- 1) Важнейшие понятия и термины катализа.
- 2) Активность, селективность и удельная поверхность гетерогенных катализаторов.
- 3) Общий механизм каталитического действия.
- 4) Катализ и химическое равновесие.
- 5) Физико-химические основы адсорбции.
- 6) Виды адсорбции.
- 7) Подвижность адсорбционного слоя.
- 8) Скорость и время адсорбции.
- 9) Изотерма адсорбции Лангмюра и выводы из нее проистекающие.
- 10) Хемосорбция.
- 11) Специфичность физической и химической адсорбции.
- 12) Методы определения типа адсорбции.
- 13) Энергетические взаимоотношения физической адсорбции и хемосорбции.

- 14) Энергия адсорбции.
- 15) Диффузия и реакция.
- 16) Характеристика различных областей протекания процесса.
- 17) Диффузия в твердых телах.
- 18) Влияние давления и концентрации реагентов на скорость диффузии в твердых телах.
- 19) Поверхностная диффузия.
- 20) Диффузия газов в металлах.
- 21) Критерии существования внешнедиффузионной области.
- 22) Внешнедиффузионное торможение и разогрев внешней поверхности катализатора.
- 23) Пути устранения внешней диффузии.
- 24) Распределение потоков в насыпном слое катализатора.
- 25) Критерии существования внутريدиффузионной области.
- 26) Внутريدиффузионное торможение и внутренний разогрев катализатора.
- 27) Способы устранения внутренней диффузии.
- 28) Современное состояние теории предвидения каталитического действия.
- 29) Теория активных центров Тейлора и теория промежуточных соединений и состояний. Их достоинства и недостатки.
- 30) Мультиплетная теория катализа Баландина. Принципы геометрического и энергетического соответствия реагентов и активных центров. Достоинство теории - прогнозирующие возможности.
- 31) Теория активных ансамблей Кобозева.
- 32) Принципы приготовления адсорбционных катализаторов.
- 33) Основные типы распределения активных центров на носителе.
- 34) Методы подбора химически активных катализаторов.
- 35) Количественные методы прогнозирования активности и селективности катализаторов.
- 36) Требования к промышленным катализаторам.
- 37) Методы получения катализаторов.
- 38) Характеристика методов пропитки и осаждения – соосаждения. Их достоинства и недостатки. Распределение активного компонента по грануле.
- 39) Специальные методы приготовления катализаторов.
- 40) Массивные металлические контакты.
- 41) Механическая прочность катализаторов, методы испытания.
- 42) Методы загрузки катализаторов в реактор, достоинства и недостатки.
- 43) Характеристика пористой структуры и методы ее создания.
- 44) Микро-, мезо- и макропоры.
- 45) Определение удельной поверхности катализатора.
- 46) Структура и свойства дисперсных металлических частиц.
- 47) Понятие дисперсности.
- 48) Коксообразование.
- 49) Отравление металлических катализаторов.
- 50) Промотирование.
- 51) Распределение металлов по поверхности и в объеме.
- 52) Механизм гидрирования ароматических углеводородов на металлах.
- 53) Твердые кислоты, причины появления кислых свойств.
- 54) Уравнение Гаммета.
- 55) Явление изоморфизма.
- 56) Оксиды металлов - катализаторы кислотно-основного типа.
- 57) Кислоты Льюиса и Бренстеда.
- 58) Строение кислотных центров.
- 59) Методы определения силы кислотных центров.
- 60) Метод раздельного определения центров Льюиса и центров Бренстеда.
- 61) Зависимость активности катализаторов от кислотности и силы кислотных центров.
- 62) Цеолиты, их строение и молекулярно-ситовые свойства. Номенклатура.
- 63) Применение цеолитов в качестве катализаторов и адсорбентов.
- 64) Гомогенный катализ и его кинетические закономерности.
- 65) Нуклеофильный катализ органических реакций.
- 66) Металлокомплексный катализ органических реакций.

- 67) Межфазный катализ органических реакций.
- 68) Теоретические основы гетерофазных и гетерогенных каталитических реакций.
- 69) Особенности протекания гетерофазных каталитических реакций.
- 70) Кинетическая область гетерофазных реакций.
- 71) Диффузионная область гетерофазных реакций.
- 72) Селективность гетерофазных реакций.
- 73) Особенности гетерогенных реакций.
- 74) Гетерогенный катализ, его кинетика, роль диффузии, адсорбции, теплопередачи.
- 75) Кинетическая область гетерогенно-каталитических реакций, уравнения скорости и основные закономерности.
- 76) Кинетика реакций на однородной и неоднородной поверхности.
- 77) Гетерогенный катализ при лимитирующей адсорбции (десорбции).
- 78) Внешне- и внутридиффузионные области гетерогенного катализа.
- 79) Селективность гетерогенно-каталитических реакций.

Примерная структура билета (5 семестр)



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»

Кафедра технологии органического и нефтехимического синтеза

БИЛЕТ N 1 ДЛЯ ЗАЧЕТА С ОЦЕНКОЙ

по дисциплине **Каталитические системы и технологии разделения в органическом синтезе**

Направление **Химическая технология.**

Профиль **Химическая технология органических веществ**

Факультет **Химико-технологический** Семестр **Пятый**

1. Кристаллизация. Кристаллическое и аморфное состояние. Типы кристаллических решеток. Полиморфизм и изоморфизм.
2. Ионообменные процессы. Аниониты и катиониты. Аппаратурное оформление ионообменных процессов.

Составил _____ Портнова С.В.

Утверждаю:

Заведующий кафедрой _____

Красных Е.Л.

«__» _____ 20__ г.

«__» _____ 20__ г.

Примерная структура билета (6 семестр)



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

Кафедра «Технология органического и нефтехимического синтеза»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Каталитические системы и технологии разделения в органическом синтезе»

- 1) Мультиплетная теория каталитического действия Баландина. Принципы геометрического и энергетического соответствия реагентов и активных центров.
- 2) Распределение активного компонента по грануле катализатора. Достоинства и недостатки катализаторов с различным распределением активного компонента по грануле катализатора.

Для направления – 18.03.01 «Химическая технология» (бакалавриат).

Семестр 6

Составитель:

_____ Соколов А.Б.

«__» _____ 20__ года

Заведующий кафедрой

_____ Красных Е.Л.

«__» _____ 20__ года



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

Кафедра «Технология органического и нефтехимического синтеза»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

по дисциплине «Каталитические системы и технологии разделения в органическом синтезе»

- 1) Требования, предъявляемые к катализатору. Активность, селективность и удельная поверхность гетерогенных катализаторов.
- 2) Синтез катализаторов методом нанесения. Достоинства и недостатки метода.

Для направления – 18.03.01 «Химическая технология» (бакалавриат).
Семестр 6

Составитель:

_____ Соколов А.Б.
« ____ » _____ 20__ года

Заведующий кафедрой

_____ Красных Е.Л.
« ____ » _____ 20__ года



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

Кафедра «Технология органического и нефтехимического синтеза»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

по дисциплине «Каталитические системы и технологии разделения в органическом синтезе»

- 1) Теория активных центров Тейлора и теория промежуточных соединений и состояний. Их достоинства и недостатки.
- 2) Промышленные гомогенные катализаторы. Технологические особенности проведения гомогенного катализа.

Для направления – 18.03.01 «Химическая технология» (бакалавриат).
Семестр 6

Составитель:

_____ Соколов А.Б.
« ____ » _____ 20__ года

Заведующий кафедрой

_____ Красных Е.Л.
« ____ » _____ 20__ года

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Учебная дисциплина, как правило, формирует несколько компетенций, процедура оценивания представлена в табл. 7 и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения (табл.3).

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Таблица 7

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1	Контрольная точка 1	1 раз в семестр, письменно	экспертный	по пятибальной шкале	рабочая книжка преподавателя, система АИС университет
2	Контрольная точка 2	1 раз в семестр, письменно	экспертный	по пятибальной шкале	рабочая книжка преподавателя, система АИС университет
3.	Отчет по л/р	Систематически 4(8) раз в семестр, устно	экспертный	зачет/незачет	журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя
4	Выборочное тестирование по темам разделов, вынесенных на самостоятельное изучение	4 раза в семестр после завершения изучения определенного раздела, устно	экспертный	зачет/незачет	журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя
5	Промежуточная аттестация - экзамен	На этапе промежуточной аттестации, письменно	экспертный	по пятибальной шкале	Экзаменационная ведомость, зачетная книжка и учебная карточка

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Лабораторные работы, индивидуальное домашнее задание, выборочное тестирование оцениваются: «зачет», «незачет». Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.

Шкала оценивания:

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 50% и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 50% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 80% более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 40% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа

предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«**Неудовлетворительно**» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 40% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в табл. 8

Таблица 8

Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	86 - 100
4	4	61-85
3	3	51-60
2 и 1	2, Незачет	0-50
5, 4, 3	Зачет	51-100

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.