

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

» 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Перспективные промышленные каталитические процессы

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) заместитель директора по связям с промышленностью и коммерциализации Ламберов А.А. (директорат химического института им. А.М. Бутлерова, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Alexander.Lambergov@kpfu.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1	способностью владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ОК-2	способностью уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантность в восприятии социальных и культурных различий
ПК-1	способностью демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ПК-10	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии
ПК-3	способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные каталитические процессы синтеза и превращения различных органических соединений, используемые в настоящее время и разрабатываемые в различных отраслях современного нефтехимического производства, сырьевую и энергетическую базу промышленных каталитических процессов синтеза и превращения органических соединений;
- теоретические основы, химизм и механизмы промышленных каталитических процессов синтеза и превращений органических соединений;
- основные типы катализаторов, используемых в различных промышленных процессах синтеза и превращений органических соединений, требования, предъявляемые к катализаторам того или иного каталитического процесса

Должен уметь:

применять полученные знания для оценки возможности использования того или иного типа катализатора в том или ином каталитическом процессе для решения конкретных практических задач

Должен владеть:

навыками применять полученные знания для оценки возможности использования того или иного типа катализатора в том или ином каталитическом процессе для решения конкретных практических задач

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания для оценки возможности использования того или иного типа катализатора в том или ином каталитическом процессе для решения конкретных практических задач

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.7 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Нефтехимия и катализ)" и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 22 часа(ов), в том числе лекции - 22 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 50 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

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

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Проблемы и перспективы нефтехимической отрасли в Республике Татарстан	2	2	0	0	2
2.	Тема 2. Процессы переработки нефтяных фракций	2	4	0	0	8
3.	Тема 3. Производство низших олефинов в Республике Татарстан	2	4	0	0	10
4.	Тема 4. Процессы гидрирования углеводородов	2	4	0	0	10
5.	Тема 5. Процессы получения полимеров и синтетических каучуков	2	4	0	0	10
6.	Тема 6. Процессы переработки нефти в Республике Татарстан для получения товарных топлив и легких углеводородов	2	4	0	0	10
	Итого		22	0	0	50

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Проблемы и перспективы нефтехимической отрасли в Республике Татарстан

Проблемы и перспективы нефтехимической отрасли в Республике Татарстан.

Обзорная лекция.

Потребление химической продукции на душу населения

Основные виды потребляемой продукции

Мировые мощности по пиролизу

Мировое потребление этилена

Химический комплекс России

Крупнейшие компании-производители России

План развития нефтехимии России до 2020 г

Кластеры

Программа развития ОАО ?НКНХ?

После обвального падения доходов нефтехимического сектора в мире в се-редине 2008 - начале 2009 гг. (уровень EBITDA находился ниже нулевых отме-ток), вызванного как общими негативными последствиями мирового финансового кризиса (снижение цен на конечную продукцию на фоне сокращения спроса), так и завершением очередного отраслевого повышательного цикла, произошло крат-ное снижение капитализации и российских нефтехимических компаний. Так, ак-ции "Казаньоргсинтеза" за период с мая 2008 г. по январь 2009 г. подешевели в 6,5 раза, "Нижекамскнефтехима" - примерно в 5 раз.

В настоящее время идет масштабное восстановление нефтехимического рынка, что сказывается на росте цены за акцию многих предприятий, и повышение ожидаемого роста уровня насыщенности российского рынка, которое в настоящее время выглядит неоправданно низким (например, потребление полиэтилена на душу населения в РФ составляет 11 кг, в Венгрии - 33 кг).

Отметим, что российский нефтехимический комплекс в основном представлен частными компаниями (доля государства весьма незначительна); среди крупнейших игроков отрасли можно выделить "СИБУР", "Нижнекамскнефтехим", "ЛУКОЙЛ", "Казаньоргсинтез", "Татнефть", "Уфаоргсинтез" и ряд других, на которых выпускается большая доля полимерных материалов, синтетических каучуков, и автомобильных шин.

## Тема 2. Процессы переработки нефтяных фракций

Процессы переработки нефтяных фракций. Пиролиз нефтяного сырья. Химизм процесса пиролиза. Технологические схемы. Сырье, продукты. Перспективные процессы нефтепереработки. Каталитический пиролиз.

Процессы переработки нефтяных фракций. (1 лекция)

1) Первичные процессы (физическое разделение на фракции).

2) Вторичные процессы:

а) Углубляющие. Каталитический крекинг, термический крекинг, висбрекинг, замедленное коксование, гидрокрекинг, производство битумов и т.д.

б) Облагораживающие. Риформинг, гидроочистка, изомеризация и т.д.

в) Прочие. Процессы по производству масел, МТБЭ, алкилирования, производство ароматических углеводородов и т.д.

Для успешного и независимого функционирования органического синтеза был разработан процесс пиролиза, вокруг которого и базируются современные олефиновые нефтехимические комплексы. В основном на них получают, а затем и перерабатывают низшие олефины и диолефины. Сырьевая база пиролиза может меняться от попутных газов до нефти, газойля и даже сырой нефти. Предназначавшийся вначале лишь для производства этилена, этот процесс теперь является также крупнотоннажным поставщиком пропилена, бутадиена, бензола и других продуктов.

? Первые установки пиролиза. Мощности современных установок.

Химизм. Механизм реакций, протекающих в процессе пиролиза.

Основные маршруты пиролиза.

Моделирование процесса.

Зависимость продуктов пиролиза от состава сырья.

Термодинамика и кинетика диктуют следующие условия проведения пиролиза:

? быстрый подвод значительного количества тепла,

снижение парциального давления углеводородов, минимальное время контакта,

минимальное время охлаждения газов пиролиза, выходящих из реактора, для предотвращения нежелательной полимеризации олефинов.

Упрощенная технологическая схема пиролиза

Пиролизные печи конструктивно выполнены из двух секций ? верхней ? конвекционной, змеевики которой обогреваются разогретыми дымовыми газами за счет конвективного переноса тепла, и радиантной, змеевики которой обогреваются боковыми газовыми горелками.

Режим работы печей пиролиза.

Пироконденсат и пирогаз. Составы потоков.

## Тема 3. Производство низших олефинов в Республике Татарстан

Производство низших олефинов в Республике Татарстан. Производство этилена, химизм, технологическая схема, сырье, катализаторы. Производство пропилена, химизм, технологическая схема, сырье, катализаторы.

Производство этилена, пропилена.

Общие свойства этилена.

Этиленопроводы и хранилища в России.

Применение этилена.

Объемы производства этилена. В России. Способы производства этилена. Пиролиз.

Общая схема производства этилена путём пиролиза УВ сырья.

Виды сырья.

Каталитическая окислительная димеризация метана.

Рынок этилена. Соотношение спроса и производства.

([http://www.rusimpex.ru/Content/Economics/Conjuncture/00\\_20005.htm](http://www.rusimpex.ru/Content/Economics/Conjuncture/00_20005.htm))

Производство пропилена.

Распределение объема производства пропилена.

Объем потребления пропилена в Западной Европе

Для производства целевого пропилена разработаны новые подходы, , включая:

? Получение пропилена паровым крекингом этана после димеризации и мета-тезиса

? Использование глицерина производства биодизельного топлива для получения пропилена через гидрирование н-пропанола после дегидрирования

Пропилен из рафината-1 через изомеризацию и метатезис бутанов.

Окислительное дегидрирование пропана

Производство бутена-1, изобутилена, бутадиена.

Бутен- 1 (линейный бутен) используют для синтеза бутадиена-1,3, полибутилена, сополимеров с высшими α-олефинами и других продуктов. Бутен-1 получают из фракции C4 пиролиза и крекинга нефтепродуктов, димеризацией этилена, дегидрированием н-бутана, дегидратацией бутанола, олигомеризацией этилена и др.

Производство изобутилена.

В зависимости от чистоты изобутилен используется для производства различных химических соединений, приведенных ниже.

Способы получения бутадиена.

Известные направления промышленного использования бутадиена в мире видны на схеме (The Chemical Journal)

? это полибутадиеновый, бутадиен-стирольный, акрилонитрилбутадиенстирольный каучуки.

#### Тема 4. Процессы гидрирования углеводородов

Процессы гидрирования углеводородов. Процесс селективного гидрирования ацетиленов в этан-этиленовой фракции, химизм, технологическая схема, сырье, катализаторы процесса. Процесс селективного гидрирования метилацетиленов и пропандиенов в пропан-пропиленовой фракции, химизм, технологическая схема, сырье, катализаторы процесса.

Селективное гидрирование C2.

Применение гидрирования в процессах нефтепереработки.

Способы очистки и выделения 1,3-бутадиена.

Способы удаления ацетиленовых соединений.

Селективное гидрирование используемое для очистки нефтехимического сырья произведенного паровым крекингом.

Термодинамические и кинетические особенности.

Увеличение селективности уменьшением скорости реакции.

Специфические особенности процессов гидрирования.

Цикл катализатора, регенерация и срок службы.

Промышленные катализаторы ( Отдельно рассмотреть процессы на катализаторах: United Catalyst Incorporated (UCI), C 31-1-01; Girdler SUDchemie, G55; Imperial Chemical Industries, ICI 38-3 ; Procatalyse, LT 261/LT 279 ; Eng-elhard, HPN III).

Селективное гидрирование C3.

C3 смесь произведенный пиролизом в присутствии пара типично состоит 90 % пропиленов, но также 4 % метилацетилена + пропандиена (МАПД) которые очевидно определяют выходные спецификации пропилена для полимеризации.

Применение каталитического гидрирования постепенно увеличивалось и в настоящее время широко используется из-за высокого выхода пропилена, как правило, в результате прибыли в пропилене.

#### Тема 5. Процессы получения полимеров и синтетических каучуков

Процессы получения полимеров и синтетических каучуков. Производство окиси этилена, химизм, технологическая схема, сырье, катализаторы процесса. Производство полиэфирных смол, химизм, технологическая схема, сырье, катализаторы процесса. Производство олигомеров, химизм, технологическая схема, сырье, катализаторы процесса. Производство полистиролов, химизм, технологическая схема, сырье, катализаторы процесса.

Получение полиэтилена, полипропилена

Сущность и химизм процесса полимеризации этилена

Процесс полимеризации этилена состоит из трех элементарных стадий:

- образование каталитического комплекса с активными центрами при взаимодействии катализатора с сокатализатором (инициирование);
- адсорбция молекул этилена на активных центрах каталитического комплекса и образование растущей полимерной цепи ? реакция ?роста?;
- обрыв или передача цепи макромолекулы полимера.

Полимеризация этилена осуществляется в условиях относительно невысокого давления и температуры в присутствии катализаторов Циглера-Натта.

Полипропилен

Технологии получения стирола

Производство стирол-мономера в РФ и СНГ в 2006 г. было сосредоточено в пяти точках:

1. Нижнекамскнефтехим - около 283 тыс.т, использование мощностей 100%
2. Салаватнефтеоргсинтез -176 тыс.т, использование мощностей 80%
3. Сибур-Химпром - 75 тыс.т, использование мощностей 60%
4. Пластик - 30 тыс.т, использование мощностей 100%
5. Ангарский полимерный завод 33 тыс.т, использование мощностей 70%

Технологии производства полистирола

После продажи фирмы Styron фирме Bain компания Dow Chemical выпадает из списка ведущих производителей полистирола. Имея долю на рынке, теперь лидером в производстве полистирола является фирма Total. Она следует после фир-мы BASF, которая не может завершить сделку, связанную с продажей стирольных предприятий. Фирма Bain Capital, благодаря приобретению фирмы Styron, считается в настоящее время одной из самых крупных в мире производителей полисти-рола, за которой следует правительство Абу-Даби (Abu Dhabi Government), инве-стирующее компанию Nova Chemicals.

## **Тема 6. Процессы переработки нефти в Республике Татарстан для получения товарных топлив и легких углеводородов**

Процессы переработки нефти в Республике Татарстан для получения товарных топлив и легких углеводородов. Каталитический крекинг, химизм, технологическая схема, сырье, катализаторы процесса. Каталитический риформинг, химизм, технологическая схема, сырье, катализаторы процесса.

Нефтеперерабатывающие заводы РТ.

Таблица октановых чисел углеводородов.

Каталитический крекинг ? термокаталитическая переработка нефтяных фракций.

Каталитический риформинг - промышленный процесс переработки бензино-вых и лигроиновых фракций нефти с целью получения высококачественных бен-зинов и ароматических углеводородов.

Алкилирование ? введение алкильного заместителя в молекулу органического соединения. Типичными алкилирующими агентами являются алкилгалогениды, алкены, эпоксисоединения, спирты, реже альдегиды, кетоны, эфиры, сульфиды, диазоалканы. Катализаторами алкилирования являют-ся минеральные кислоты, кислоты Льюиса а также цеолиты.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модуля).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Задачи стоящие перед правительством РТ в плане развития - <http://president.tatarstan.ru/pub/view/14382>

историей становления нефтепереработки в РТ - [http://expert.ru/expert/2010/43/podvig\\_tatnefti/](http://expert.ru/expert/2010/43/podvig_tatnefti/)

историей становления нефтепереработки в РТ - <http://www.taifnk.ru/about/>

сайте министерства энергетики - <http://minenergo.gov.ru/>

химическая технология - [www.chemicals-technology.com.projects](http://www.chemicals-technology.com.projects)

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные литературные источники.
- ответить на контрольные вопросы.

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой. При подготовке к практическому занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- изучить материалы практикума по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к контрольным работам, тестированию, зачету. Она включает проработку лекционного материала - изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе "Нефтехимия и катализ".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*Б1.В.ОД.7 Перспективные промышленные каталитические процессы*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия  
Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Основная литература:**

- 1.Чоркендорф, Иб. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт ; пер. с англ. В. И. Ролдугина. 2-е изд. Долгопрудный : Интеллект, 2013. 500с.
- 2.Харлампиди Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов. - 2-е изд., перераб. - СПб.: Лань, 2013. - 448 с.  
<http://e.lanbook.com/view/book/37357/>
- 3.Миначев, Хабиб Минаевич. Избранные труды: гетерогенный катализ. Нефтехимия. Каталитический органический синтез / Х. М. Миначев; Рос. акад. наук, Ин-т орган. химии им. Н. Д. Зелинского; ред.-сост. д.х.н., проф. Н. Я. Усачев; предисл. чл.-кор. РАН А. Л. Лapidуса и д.х.н., проф. Н. Я. Усачева. Москва: URSS: [ЛИБРОКОМ, 2011]. 844 с.
- 4.Леффлер, Уильям Л. Переработка нефти: для использования в учебном процессе со студентами высших учебных заведений, обучающимися по химико-технологическим специальностям / Уильям Л. Леффлер; [пер. с англ. З. П. Свитанько].?2-е изд., пересмотр.].?Москва: Олимп-Бизнес, 2011.?223 с.:

**Дополнительная литература:**

- 1.Гетерогенные каталитические реакции в проточных реакторах: руководство к лабораторному практикуму для студентов Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ / А.А. Ламберов и др. - Казань: Казан. Ун-т, 2013. -77 с.
- 3.Физико-химические методы исследования гетерогенных катализаторов: руководство к лабораторному практикуму / авт.-сост. А.А. Ламберов, С.Р. Егорова, А.Н. Катаев и др. - Казань: Казан. Ун-т, 2013. - 80с.
- 4.Модернизация катализаторов и технологии синтеза изопрена на ОАО 'Нижнекамскнефтехим' / А.А. Ламберов, Х.Х. Гильманов. - Казань: Казан. Ун-т, 2012. - 404 с.
- 3.Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.:Лань, 2014. - 896 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=53687](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53687)

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*Б1.В.ОД.7 Перспективные промышленные каталитические процессы*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.