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

Гетерогенный катализ

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2018

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) ведущий научный сотрудник, д.н. (доцент) Егорова С.Р. (НИЛ Промышленный катализ, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Svetlana.Egorova@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
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействия и реализовывать свою роль в команде;
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- сущность и закономерности современного гетерогенного катализа;
- возможности современных физических методов исследования свойств катализаторов и изучения их каталитической активности;
- составы, строение и свойства промышленно важных катализаторов органического, нефтехимического синтезов и нефтепереработки;
- новые перспективные направления гетерогенного катализа, новые способы осуществления промышленных каталитических реакций;
- закономерности влияния свойств реагентов и продуктов реакций на состояние гетерогенных катализаторов в ходе эксплуатации,

Должен уметь:

- ориентироваться в вопросах гетерогенного катализа, закономерностях каталитических превращений различных веществ;
- разбираться в основных видах каталитических систем, имеющих промышленно-важное значение;
- рационально проводить поиск и использование научно-технической информации, связанной с технологией синтеза гетерогенных катализаторов;
- ориентироваться в учебной, монографической, справочной и журнальной литературе в области гетерогенного катализа.

Должен владеть:

- навыками анализа и организации работы каталитических процессов, разработки и применения катализаторов на новых и действующих промышленных объектах,
- навыками экспериментального исследования физико-химических свойств различных каталитических систем, математической обработки результатов измерений и сопоставления их с теоретическими значениями.

Должен демонстрировать способность и готовность:

сущность и закономерности современного гетерогенного катализа;
- возможности современных физических методов исследования свойств катализаторов и изучения их каталитической активности;
- составы, строение и свойства промышленно важных катализаторов органического, нефтехимического синтезов и нефтепереработки;
- новые перспективные направления гетерогенного катализа, новые способы осуществления промышленных каталитических реакций;
- закономерности влияния свойств реагентов и продуктов реакций на состояние гетерогенных катализаторов в ходе эксплуатации,

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.10.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.03.01 "Химия (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.
Осваивается на 4 курсе в 7 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 - 40 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 32 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 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. Ведение в дисциплину.	7	2	0	0	
2.	Тема 2. Физико-химические основы гетерогенного катализа.	7	8	0	0	
3.	Тема 3. Катализ твердыми кислотами и основаниями.	7	10	0	0	16
4.	Тема 4. Катализ металлами.	7	8	0	0	
5.	Тема 5. Катализ оксидами и каталитическое окисление.	7	8	0	0	
6.	Тема 6. Катализ сульфидами.	7	4	0	0	16
	Итого		40	0	0	32

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Ведение в дисциплину.

Введение в дисциплину.

Важнейшие достижения катализа, нашедшие применение в промышленности. Важнейшие гомогенные и гетерогенные каталитические процессы. Преимущества и недостатки гомогенного и гетерогенного катализа. Физико-химические основы гетерогенного катализа

Общие закономерности гетерогенного катализа.

Тема 2. Физико-химические основы гетерогенного катализа.

Принципы гетерогенного катализа. Строение твердых катализаторов и их поверхности. Промежуточное взаимодействие в гетерогенном катализе. Удельная каталитическая активность. Физическая адсорбция. Геометрическая структура катализаторов. Измерение общей поверхности катализаторов. Современные методы измерения поверхности катализаторов. Химическая адсорбция. Методы исследования химической адсорбции.Старение и дезактивация катализаторов. Взаимодействие катализаторов с реакционной средой. Закоксовывание и регенерация катализаторов. Отравление катализаторов.

Тема 3. Катализ твердыми кислотами и основаниями.

Катализ твердыми кислотами и основаниями.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Кислотность поверхности, определение. Твердые кислоты, причины появления кислотных свойств. Методы регулирования кислотных свойств поверхности катализатора. Методы определения кислотности, их достоинства и недостатки. Сила кислотных центров твердого катализатора. Типы кислотных каталитических систем и механизм их действия. Твердые сверхкислоты. Каталитическая изомеризация низкомолекулярных парафинов. Гетерогенные катализаторы изомеризации углеводородов. Цеолитные катализаторы превращения парафинов и олефинов в высокомолекулярные алифатические и ароматические углеводороды. Механизм крекинга углеводородов различных классов на алюмосиликатном катализаторе.Твердые основания и сверхоснования. Методы регулирования основных свойств.

Тема 4. Катализ металлами.

Катализ металлами. Основные реакции, катализируемые металлами. Промышленные процессы, проводимые на металлических катализаторах. Массивные и нанесенные металлические катализаторы. Структура металлов. Факторы, определяющие каталитическую активность металлов. Стадийность и скорость реакций на поверхности металла как активном центре. Массивные металлические катализаторы. Состав, строение и свойства серебряных катализаторов окисления. Сплавы и биметаллические сплавные катализаторы. Металлы Ренея. Морфология поверхности активированных металлических катализаторов. Области применения активированных металлических катализаторов. Особенности катализа дисперсными металлами. Зависимость каталитических свойств от дисперсности металла. Правили постоянства удельной каталитической активности. Особенности катализа нанесенными металлами. Морфология нанесенных металлических частиц. Структура и свойства бифункциональных катализаторов риформинга. Действие промотирующих добавок. Характеристика катализаторов гидрирования. Промышленные процессы, протекающие с участием катализаторов гидрирования.

Тема 5. Катализ оксидами и каталитическое окисление.

Катализ оксидами. Оксидные катализаторы. Основные процессы, протекающие на оксидных катализаторах. Массивные и нанесенные оксидные катализаторы. Активный оксид алюминия. Природа каталитически активных центров. Каталитические свойства. Катализаторы окисления. Основные промышленные процессы, протекающие с участием катализаторов окисления. Цеолитные катализаторы превращения парафинов и олефинов в высокомолекулярные алифатические и ароматические углеводороды. Гетерогенные катализаторы изомеризации углеводородов. Основные процессы, протекающие с участием катализаторов изомеризации. Катализаторы дегидрирования углеводородов. Основные промышленные процессы, реализованные с участием катализаторов дегидрирования.

Тема 6. Катализ сульфидами.

Катализ сульфидами. Важнейшие сульфидные катализаторы и процессы, протекающие на них. Современные представления о структуре активного компонента и активных центров сульфидных катализаторов. Катализаторы гидрогенизационных процессов. Основные промышленные процессы, реализованные с участием сульфидных катализаторов.

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:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

- 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 (модулю).

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)

Scirus - for scientific information - http://www.sciencedirect.com/

Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН - www.catalysis.ru

российская информационная сеть - www.chem.msu.ru

химическая технология - www.chemicals-technology.com

Электронная библиотека - www.rushim.ru

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Изучение теоретической части дисциплин призвано не только углубить и закрепить знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы и организовать свое время. На лекции необходимо по каждой теме составить конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения, запоминания и дальнейшей проработки.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоя-тельная работа	- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы); - выполнение контрольных работ; - подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем.
зачет	Методические рекомендации по подготовке к зачету 1. Подготовка к зачету заключается в изучении и тщательной проработке студентом учебного материала дисциплины с учётом учебников, лекционных и семинарских занятий, сгруппированном в виде контрольных вопросов. 2. Зачет проводится в виде тестирования или по билетам. В случае проведения итогового тестирования ведущему преподавателю предоставляется право воспользоваться примерными заданиями или составить новые задания в полном соответствии с материалом учебной дисциплины. 3. На зачет (в том числе и на итоговое тестирование) студент обязан предоставить: - полный конспект лекций (даже в случаях разрешения свободного посещения учебных занятий); - полный конспект семинарских занятий; - реферат (рефераты) по указанной преподавателем тематике (в случае пропусков (по неуважительной или уважительной причине) в качестве отработки пропущенного материала); - конспекты дополнительной литературы по курсу (по желанию студента). 4. На зачете по билетам студент даёт ответы на вопросы билета после предварительной подготовки. Студенту предоставляется право отвечать на вопросы билета без подготовки по его желанию. Преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы, если студент недостаточно полно осветил тематику вопроса, если затруднительно однозначно оценить ответ, если студент не может ответить на вопрос билета, если студент отсутствовал на занятиях в семестре. 5. Качественной подготовкой к зачету является: - полное знание всего учебного материала, выражающееся в строгом соответствии излагаемого студентом материалу учебника, лекций и семинарских занятий; - свободное оперирование материалом, выражающееся в выходе за пределы тематики конкретного вопроса с целью оптимально широкого освещения вопроса (свободным оперированием материалом не считается рассуждение на общие темы, не относящиеся к конкретно поставленному вопросу); - демонстрация знаний дополнительного материала; - чёткие правильные ответы на дополнительные вопросы, задаваемые экзаменатором с целью выяснить объём знаний студента. Неудовлетворительной подготовкой, вследствие которой студенту не зачитывается прохождение курса, является: - недостаточное знание всего учебного материала по курсу, выражающееся в слишком общем соответствии либо в отсутствии соответствия излагаемого студентом материалу учебника, лекций и семинарских занятий; - нечёткие ответы или отсутствие ответа на дополнительные вопросы, задаваемые экзаменатором с целью выяснить объём знаний студента; – отсутствие подготовки к зачету или отказ студента от сдачи зачета.

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).

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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.

Компьютерный класс.

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 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки "не предусмотрено".

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.10.04 Гетерогенный катализ

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Основная литература:

1. Афанасьев Б.Н. Физическая химия: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 'Химическая технология', 'Биотехнология' и 'Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии' / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012. - 463 с.

2. Афанасьев, Б.Н. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2012. ? 416 с. ? Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4312

3. Попова, А.А. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Попова, Т.Б. Попова. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 496 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63591

Дополнительная литература:

1. Леффлер, У.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.

2. Тимофеев, В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 'Химическая технология и биотехнология' / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов, А. В. Тимошенко. - Изд. 3-е, перераб. и доп..?Москва: Высшая школа, 2010. - 406, [2] с

3. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа. М.: Академия, 2003. - 252 с.

4. Основы физической химии. Теория : учебное пособие : в 2 ч [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Еремин [и др.]. ? Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 589 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/84118

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.10.04 Гетерогенный катализ

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

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2018

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ