

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 07.09.2021 18:33:09

Уникальный программный ключ:

efd3ecd183764790e3a53c290c68629467e99839b2b2689211de408c1fb6

## Аннотация к рабочей программе дисциплины «Катализ в химии»

### Цель преподавания дисциплины:

формирование представления о теоретических и практических основах катализа и ингибирования химических реакций, необходимых для будущей деятельности, а также профессиональных навыков для решения вопросов применения полученных знаний при проведении фундаментальных научных исследований и прикладных опытно-конструкторских разработок в области химии веществ и материалов.

### Задачи изучения дисциплины:

- изучение закономерностей, механизмов и теории каталитического действия основных катализаторов и ингибиторов, применяемых для регулирования скоростей реакций;
- научиться обрабатывать, полученные результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, представлять их в информационном виде, давать рекомендации на основании проведенных исследований;
- получение представлений о роли катализаторов в современной химической технологии, формулировать обоснованные исходные данные при формировании программ проведения исследований в новых направлениях;
- изучение способов и схем производства катализаторов.

### Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

ПК-1.3 Формирует программу проведения научного исследования или опытно-конструкторской разработки в выбранной области химии веществ и материалов

ПК-3.2 Обеспечивает руководство по реализации результатов научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок в области химии веществ и материалов, а также организует их внедрение

### Разделы дисциплины:

Феноменология катализа.

Гомогенный катализ.

Катализ ферментами.

Гетерогенный катализ.

Основные стадии гетерогенно-каталитических реакций.

Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов.

Принципы приготовления адсорбционных катализаторов.

Ингибиторы и активаторы ферментативных реакций.

Необратимые ингибиторы

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 13.09.2022 16:38:43

Уникальный программный ключ:

efd3ecdabd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

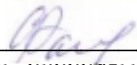
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Естественно-научный

(наименование ф-та полностью)

 П.А. Ряполов  
(подпись, инициалы, фамилия)

« 30 » 08 20 19 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Катализ в химии

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 04.04.01 Химия,

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль) «Фундаментальная и прикладная химия веществ и матери-  
алов»

наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия на основании учебного плана ОПОП ВО 04.04.01 Химия, направленность (профиль) «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов», одобренного Ученым советом университета (протокол №7 «29» 03 2019г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 04.04.01 Химия, направленность (профиль) «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов» на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии № « 29 » 06 20 19 г. протокол № 16

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

И.О. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кувардин Н.В.  
Разработчик программы  
к.х.н., доцент \_\_\_\_\_ Пожидаева С.Д.  
*(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)*

/Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 04.04.01 Химия, направленность (профиль) «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов», одобренного Ученым советом университета протокол №7 «25 02 2020 г., на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии «26» 06 2020 г. протокол № 13

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кувардин Н.В.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 04.04.01 Химия, направленность (профиль) «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов», одобренного Ученым советом университета протокол № 6 «26.02.2021г., на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии № «11» 06 2021г. протокол № 13

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 04.04.01 Химия, направленность (профиль) «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов», одобренного Ученым советом университета протокол №7 «28» 02 2021г., на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии протокол № 14 «18» 06 2021г.

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО направления подготовки 04.04.01 Химия, профиль «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов», одобрено Ученым советом университета протокол № 9 «27» 20 20 г. на заседании кафедры ФХ и ХТ «28» 06 20 20 г., протокол № 13

Зав. кафедрой ФХ и ХТ

 Н.В. Кудачин

Рабочая программы дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО направления подготовки 04.04.01 Химия, профиль «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов», одобрено Ученым советом университета протокол № «\_\_\_» 20 \_\_\_ на заседании кафедры ФХ и ХТ «\_\_\_» 20 \_\_\_ г., протокол № \_\_\_

Зав. кафедрой ФХ и ХТ

Рабочая программы дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО направления подготовки 04.04.01 Химия, профиль «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов», одобрено Ученым советом университета протокол № «\_\_\_» 20 \_\_\_ на заседании кафедры ФХ и ХТ «\_\_\_» 20 \_\_\_ г., протокол № \_\_\_

Зав. кафедрой ФХ и ХТ

Рабочая программы дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО направления подготовки 04.04.01 Химия, профиль «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов», одобрено Ученым советом университета протокол № «\_\_\_» 20 \_\_\_ на заседании кафедры ФХ и ХТ «\_\_\_» 20 \_\_\_ г., протокол № \_\_\_

Зав. кафедрой ФХ и ХТ

Рабочая программы дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО направления подготовки 04.04.01 Химия, профиль «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов», одобрено Ученым советом университета протокол № «\_\_\_» 20 \_\_\_ на заседании кафедры ФХ и ХТ «\_\_\_» 20 \_\_\_ г., протокол № \_\_\_

Зав. кафедрой ФХ и ХТ

Рабочая программы дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО направления подготовки 04.04.01 Химия, профиль «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов», одобрено Ученым советом университета протокол № «\_\_\_» 20 \_\_\_ на заседании кафедры ФХ и ХТ «\_\_\_» 20 \_\_\_ г., протокол № \_\_\_

Зав. кафедрой ФХ и ХТ



## 1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

### 1.1 Цель дисциплины

Формирование представления о теоретических и практических основах катализа и ингибирования химических реакций, необходимых для будущей деятельности, а также профессиональных навыков для решения вопросов применения полученных знаний при проведении фундаментальных научных исследований и прикладных опытно-конструкторских разработок в области химии веществ и материалов.

### 1.2 Задачи дисциплины

- изучение закономерностей, механизмов и теории каталитического действия основных катализаторов и ингибиторов, применяемых для регулирования скоростей реакций;

- научиться обрабатывать, полученные результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, представлять их в информационном виде, давать рекомендации на основании проведенных исследований;

- получение представлений о роли катализаторов в современной химической технологии, формулировать обоснованные исходные данные при формировании программ проведения исследований в новых направлениях;

- изучение способов и схем производства катализаторов

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
ПК-1	Способен формировать новые направления фундаментальных научных исследований и прикладных опытно-конструкторских разработок в области химии веществ и материалов	ПК-1.3 Формирует программу проведения научного исследования или опытно-конструкторской разработки в выбранной области химии веществ и материалов	<b>Знать:</b> закономерности, механизмы и теории каталитического действия основных катализаторов и ингибиторов, применяемых для регулирования скоростей реакций <b>Уметь:</b> научиться обрабатывать, полученные результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. <b>Владеть:</b> навыками выбора и использования катализаторов, формулировать обоснованные исходные данные при

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			формировании программ проведения исследований в новых направлениях или опытно-конструкторской разработках в выбранной области химии веществ и материалов;
ПК-3	Способен определять сферу применения и внедрять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химии веществ и материалов	ПК-3.2 Обеспечивает руководство по реализации результатов научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок в области химии веществ и материалов, а также организует их внедрение	<b>Знать:</b> способы и схемы производства катализаторов, а также роль катализаторов в выбранной области химии веществ и материалов; <b>Уметь:</b> представлять результаты в информационном виде, давать рекомендации на основании проведения научного исследования или опытно-конструкторской разработки в выбранной области химии веществ и материалов <b>Владеть :</b> навыками обработки полученных результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, представлять их в информационном виде, давать рекомендации на основании проведенных исследований в выбранной области химии веществ и материалов

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

«Дисциплина «Катализ в химии» является элективной дисциплиной, входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры) 04.04.01 Химия, направленность (профиль) «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов». Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре».

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий	36

Виды учебной работы	Всего, часов
(всего)	
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	
практические занятия	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	53,9
Контроль (подготовка к экзамену)	0
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

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

##### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

1	Феноменология катализа.	Явление промотирования, отравления и модифицирования в катализе. Классификация катализаторов и каталитических процессов. Роль катализа в химической и нефтехимической промышленности. Примеры промышленных каталитических процессов. Общий механизм каталитического действия. Катализ и химическое равновесие. Каталитические реакции и их классификация. Причины каталитического действия. Слитный и стадийный механизмы катализа.
2	Гомогенный катализ.	Кислотно-основной катализ в водных средах. Механизмы. Общий и специфический катализ. Зависимость константы скорости от pH. Соотношение Бренстеда. Кислотно-основной катализ в концентрированных растворах. Кислотные функции .
3	Катализ ферментами.	Схема механизма, кинетическое описание и его преобразование. Константа Михаэлиса и ее смысл. Автокаталитические реакции. Условия, кинетические описания, особенности и количественные характеристики.
4	Гетерогенный катализ.	Классификация и структура пористых тел. Адсорбционные методы исследования структуры пористых тел. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам и к пористой структуре катализаторов. Типы гетерогенных катализаторов и основные методы их получения: метод соосаждения; механическое смешивание; метод плавления (плавленые катализаторы); метод выщелачивания (скелетные катализаторы); нанесение активного компонента на носитель.
5	Основные стадии гетерогенно-каталитических реакций.	Физическая адсорбция и хемосорбция как стадии гетерогенно-каталитических процессов. Ленгмюровская кинетика каталитических реакций: модели Ленгмюра –Хиншельвуда и Ридила-Или. Вид кинетических уравнений в зависимости от природы лимитирующей стадии. Кинетическая и диффузионная области катализа.
6	Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов.	Современное состояние теории предвидения каталитического действия. Теория активных центров Тейлора и теория промежуточных соединений и состояний. Их достоинства и недостатки. Мультиплетная теория катализа Баландина. Принципы геометрического и энергетического соответствия реактантов и активных центров. Достоинство теории - прогнозирующие возможности. Теория активных ансамблей Кобозева.

7	Принципы приготовления адсорбционных катализаторов.	Основные типы распределения активных центров на носителе. Активность регулярных ансамблей активных центров.
8	Ингибиторы и активаторы ферментативных реакций.	Классификация ингибиторов. Обратимые ингибиторы. Конкурентный тип торможения ферментативных реакций. Неконкурентное ингибирование. Смешанное ингибирование. Бесконкурентное ингибирование. Графическое представление результатов ингибирования. Метод Диксона. Определение констант ингибирования. Субстратное ингибирование ферментов.
9	Необратимые ингибиторы.	Способы анализа необратимого торможения. Необратимые ингибиторы-аналоги субстрата. Защита фермента субстратом и конкурентным ингибитором. Ингибиторы с высоким сродством. Системы с взаимным истощением. Кинетика ферментов, прочно связывающих лиганды.

Таблица 4.1.2 –Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Феноменология катализа.	2		1	У1-У3, М1	К4	ПК 1.3
2	Гомогенный катализ.	2		2	У1-У3, У5, М1	К4	ПК 1.3 ПК 3.2
3	Катализ ферментами.	2		3	У1-У3, М1	К8	ПК 1.3
4	Гетерогенный катализ.	2		4	У1-У3, У6, М1	К8	ПК 1.3
5	Основные стадии гетерогенно-каталитических реакций.	2		5	У1, У3-У5, М1	К12	ПК 1.3 ПК 3.2
6	Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов.	2		6,7	У1, У3-У4, У6, М1	К12	ПК 1.3
7	Принципы приготовления адсорбционных катализаторов.	2			У1, У3-У4, М1	К16	ПК 3.2
8	Ингибиторы и активаторы ферментативных реакций.	2		8,9	У1, У3-У5, М1	К16	ПК 1.3 ПК3.2
9	Необратимые ингибиторы.	2			У1-У3, У6, М1	Т	ПК 1.3

К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – защита (проверка) рефератов

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

### 4.2.2 Практические работы

Таблица 4.2.2 – Практические работы

№	Наименование практической работы	Объем, час.
1	Практическая работа №1. Кинетика реакций в растворах. Методы определения константы скорости реакции как характеристики активности катализатора	2
2	Практическая работа №2. Определение кислотной каталитической константы в уравнении Бренстеда	2
3	Практическая работа №3. Определение активности катализатора	2



4	Практическая работа №4. Определение удельной поверхности катализатора	2
5	Практическая работа №5. Использование метода стационарных концентраций для описания гомогенно-каталитических реакций	2
6	Практическая работа №6. Определение энергии активации каталитических реакций, подчиняющихся уравнению Аррениуса	2
7	Практическая работа №7. Определение энергии активации каталитических реакций, не подчиняющихся уравнению Аррениуса	2
8	Практическая работа №8. Определение коэффициентов в уравнении Фроста-Баландина	2
9	Практическая работа №9. Зависимость константы скорости в разбавленном растворе от ионной силы раствора.	2
Итого		18

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1.	Феноменология катализа.	4 неделя	6
2.	Гомогенный катализ.	8 неделя	6
3.	Катализ ферментами.	8 неделя	6
4.	Гетерогенный катализ.	12 неделя	6
5.	Основные стадии гетерогенно-каталитических реакций.	12 неделя	6
6.	Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов.	16 неделя	6
7.	Принципы приготовления адсорбционных катализаторов.	16 неделя	6
8.	Ингибиторы и активаторы ферментативных реакций.	18 неделя	6
9	Необратимые ингибиторы.	18 неделя	5,9
Итого			53,9.

### 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-

методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- вопросов к зачету;

- методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## 6 Образовательные технологии

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования профессиональных компетенций обучающихся. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами Комитета по труду и занятости населения Курской области.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	Гетерогенный катализ. (лекция)	Разбор конкретных ситуаций	2
2	Практическая работа №4. Определение удельной поверхности катализатора	Разбор конкретных ситуаций	2
3	Основные стадии гетерогенно-каталитических реакций (лекция)	Разбор конкретных ситуаций	2
4	Практическая работа №5. Использование метода стационарных концентраций для описания гомогенно-каталитических реакций	Разбор конкретных ситуаций	2
5	Принципы приготовления адсорбционных катализаторов (лекция)	Разбор конкретных ситуаций	2
6	Практическая работа №6. Определение энергии активации каталитических реакций, подчиняющихся уравнению Аррениуса	Разбор конкретных ситуаций	2
7	Практическая работа №7. Определение энергии активации каталитических реакций, не подчиняющихся уравнению Аррениуса	Разбор конкретных ситуаций	2
Итого:			14

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-1 Способен формировать новые направления фундаментальных научных исследований и прикладных опытно-конструкторских разработок в области химии веществ и материалов	Катализ в химии, Кинетика неорганических и органических реакций Производственная практика (научно-исследовательская работа)	Производственная практика (научно-исследовательская работа)	Производственная практика (научно-исследовательская работа) Производственная преддипломная практика Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3 Способен определять сферу применения и внедрять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химии веществ и материалов	Катализ в химии, Кинетика неорганических и органических реакций		Производственная преддипломная практика Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-1/ начальный	ПК-1.3 Формирует программу проведения научного исследования или опытно-конструкторской разработки в выбранной области химии веществ и материалов	Знать: основные катализаторы и ингибиторы Уметь: получать результаты при проведении процессов  Владеть: навыками использования катализаторов	Знать: закономерности, механизмы и теории каталитического действия основных катализаторов и ингибиторов Уметь: частично уметь обрабатывать полученные результаты Владеть:	<b>Знать:</b> закономерности, механизмы и теории каталитического действия основных катализаторов и ингибиторов, применяемых для регулирования скоростей реакций <b>Уметь:</b> научиться обрабатывать, полученные результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. <b>Владеть:</b> навыками выбора и использования катализаторов, формулировать обоснованные исходные данные при формиро-

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
			навыками выбора и использования катализаторов	вании программ проведения исследований в новых направлениях или опытно-конструкторской разработках в выбранной области химии веществ и материалов;
ПК-3/ начальный, основной	ПК-3.2 Обеспечивает руководство по реализации результатов научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок в области химии веществ и материалов, а также организует их внедрение	Знать: роль катализаторов в выбранной области химии веществ и материалов; Уметь: получать результаты при проведении процессов с использованием катализаторов Владеть: навыками обработки результатов	Знать: роль катализаторов в выбранной области химии веществ и материалов, а также способ его производства Уметь: делать выводы по результатам проведения процессов с использованием катализаторов Владеть: навыками обработки результатов и представлять их в информационном виде	<b>Знать:</b> способы и схемы производства катализаторов, а также роль катализаторов в выбранной области химии веществ и материалов; <b>Уметь:</b> представлять результаты в информационном виде, давать рекомендации на основании проведения научного исследования или опытно-конструкторской разработки в выбранной области химии веществ и материалов <b>Владеть:</b> навыками обработки полученных результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, представлять их в информационном виде, давать рекомендации на основании проведенных исследований в выбранной области химии веществ и материалов

### 7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

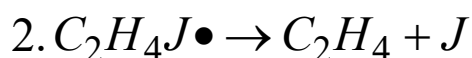
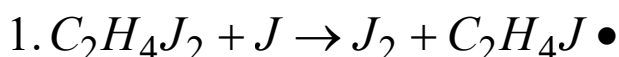
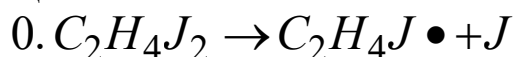
№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Феноменология катализа.	ПК 1.3	Лекция, СРС, практическая работа	Вопросы для коллоквиума	М1	Согласно табл.7.2
2	Гомогенный катализ.	ПК 1.3	Лекция, СРС,	Вопросы для	М1	Соглас-

		ПК 3.2	практическая работа	коллоквиума		но табл.7.2
3	Катализ ферментами.	ПК 1.3	Лекция, СРС, практическая работа	Вопросы для коллоквиума	М1	Согласно табл.7.2
4	Гетерогенный катализ.	ПК 1.3	Лекция, СРС, практическая работа	Вопросы для коллоквиума	М1	Согласно табл.7.2
5	Основные стадии гетерогенно-каталитических реакций.	ПК 1.3 ПК 3.2	Лекция, СРС, практическая работа	Вопросы для коллоквиума	М1	Согласно табл.7.2
6	Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов.	ПК 1.3	Лекция, СРС, практическая работа	Вопросы для коллоквиума	М1	Согласно табл.7.2
7	Принципы приготовления адсорбционных катализаторов.	ПК 3.2	Лекция, СРС, практическая работа	Вопросы для коллоквиума	М1	Согласно табл.7.2
8	Ингибиторы и активаторы ферментативных реакций.	ПК 1.3 ПК3.2	Лекция, СРС, практическая работа	Вопросы для коллоквиума	М1	Согласно табл.7.2
9	Необратимые ингибиторы.	ПК 1.3	Лекция, СРС, практическая работа	БТЗ	М1	Согласно табл.7.2

### Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Пример задания для многовариантной задачи по разделу (тема 5) «Использование метода стационарных концентраций для описания гомогенно-каталитических реакций».

Механизм термического распада дийодэтана протекает по цепному механизму и описывается следующей схемой:



(M - любая частица в данной реакционной смеси, т.е. молекула реагента, продукта реакции, примеси и т.д.).

Считая  $C_2H_4J\bullet$ ,  $J$  высоко реакционноспособными промежуточными продуктами и используя метод стационарных концентраций, определите кинетические уравнения для накопления продукта реакции и для расходования исходного реагента. Какова структура полученной эффективной константы скорости?

Вопросы для коллоквиума по разделу (теме) 2

- 1 Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы.
- 2 Энергия активации гетерогенных каталитических реакций
- 3 Адсорбционная и промежуточная области гетерогенного катализа
- 4 Внешне-диффузионная и промежуточная области гетерогенного катализа

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УМК по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде бланкового и(или) электронного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Константа Михаэлиса имеет место в катализе:

А. ферментативном Б. кислотном-основном В. переходными металлами Г. Гетерогенном

Задание в открытой форме:

Ферментативный катализ это \_\_\_\_\_

Задание на установление правильной последовательности:

Установите последовательность определения порядка реакции графическим методом

- А) Определить скорости
- Б) Построить прямую в логарифмических координатах
- В) Определить тангенс угла наклона



- Г) Выбрать произвольно 5-6 точек  
 Д) Построить кинетическую кривую

Задание на установление соответствия:

Установите соответствие

Порядок реакции	Размерность константы скорости
0	л <sup>2</sup> / моль <sup>2</sup> ·с
1	моль / л·с
2	1/мин
3	л/моль·с

Компетентностно-ориентированная задача:

Определить производительность 1 м<sup>3</sup> катализатора синтеза аммиака при следующих условиях: концентрация [%(об.)] аммиака в конечном газе (на выходе из реактора)  $C_{\text{кон.}}=24,5$ ; в начальном газе (на входе в реактор)  $C_{\text{нач.}}=2,6$ ; объемная скорость газа  $V_{\text{об.}}=44000 \text{ м}^3\text{/(ч}\cdot\text{м}^3)$ ; масса 1 м<sup>3</sup> аммиака в этих условиях 0,765. Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УМК по дисциплине.

#### 7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Практическая работа №1. Кинетика реакций в растворах. Методы определения константы скорости реакции как характеристики активности катализатора	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №2. Определение кислотной каталитической константы в уравнении Бренстеда	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №3. Определение активности катализатора	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №4. Определение удельной поверхности катализатора	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»

Практическая работа №5. Использование метода стационарных концентраций для описания гомогенно-каталитических реакций	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №6. Определение энергии активации каталитических реакций, подчиняющихся уравнению Аррениуса	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №7. Определение энергии активации каталитических реакций, не подчиняющихся уравнению Аррениуса	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №8. Определение коэффициентов в уравнении Фроста-Баландина	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №9. Зависимость константы скорости в разбавленном растворе от ионной силы раствора.	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
СРС	12		24	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Виноградова, Т. В. Кинетика простых гомогенных реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. В. Виноградова, Л. А. Брусницына. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 76 с. Режим доступа : [http : //biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/)

2. Химическая кинетика : Теория и практика : [Электронный ресурс] : : учебное пособие // Г. Е. Заиков, О. В. Стоянов, А. М. Кочнев, С. С. Ахтямова. – Казань : КНИТУ, 2013. - 80 с. Режим доступа : [http : //biblioclub.ru/biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/biblioclub.ru/)

3. Иванов, А. М. Введение в практическую кинетику сложных химических реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям 18.03.01, 18.04.01 «Химическая технология», 04.06.01 «Химические науки», профиль «Физическая химия» / А. М. Иванов, С. Д. Пожидаева ; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск : ЮЗГУ, 2018.- 167 с.

## 8.2 Дополнительная учебная литература

4. Байрамов, В. М. Химическая кинетика и катализ. Примеры и задачи с решениями. [Текст]: учебное пособие / В. М. Байрамов. –М. :Академия, 2003.-320 с.

5. Иванов, А. М. Введение в кинетику сложных химических реакций [Текст]: учебное пособие / А. М. Иванов, С. Д. Пожидаева. – Курск : КГТУ, 2002. – 221 с.

6. Байрамов, В. М. Основы химической кинетики и катализа. [Текст]: учебное пособие / В. М. Байрамов. –М. :Академия, 2003.-256 с.

## 8.3 Перечень методических указаний

1. Изучение каталитических реакций [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению практической и самостоятельной работы по дисциплинам «Катализ и ингибирование в химической практике» для студентов направления 18.03.01 (240100.62) - Химическая технология, «Катализ и ингибирование органических соединений» для студентов направления 04.04.01- Химия, «Катализ и ингибирование органических реакций» для студентов направления 04.03.01- Химия / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Д. Пожидаева, А. М. Иванов. - Электрон. текстовые дан. (734 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2016. - 43 с

## 8.4 Другие учебно-методические материалы

Справочники химика и химика-технолога в библиотеке университета,  
Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

Химическая технология;

Органическая химия

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Интернет тренажеры по химии (i-exam.ru)

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (elibrary.ru)

3. Федеральный портал «Российское образование»: <http://www.edu.ru/>

4. Химические сайты:

<http://www.xumuk.ru/>,<http://www.alximik.ru/>,<http://anchem.ru/>,

<http://www.chemistry.ru/>,<http://www.rusanalytchem.org/>,

<http://window.edu.ru/resource/664/50664/>.

Доступ к книгам абонемент, статьям периодической печати, базе данных трудов ученых ЮЗГУ (Известия ЮЗГУ).

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вся методическая литература и методические указания, необходимые для самостоятельного изучения дисциплины перечислены в пунктах 8.1 и 8.2.

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают практические занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Важнейшим фактором успешного усвоения материала по дисциплине является систематическая и целенаправленная самостоятельная работа студентов. Она включает в себя работу по освоению и закреплению теоретического материала курса, выполнению текущих заданий по практическим занятиям, написание отчетов в соответствии с индивидуальным заданием.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по практическим работам и во многом определяется ее ритмичностью (для чего эту работу необходимо планировать или придерживаться рекомендуемым графиком) и учебно-методическим обеспечением дисциплины.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующим

ющими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

Отчеты по практическим занятиям оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в методических указаниях.

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

Libreoffice операционная система Windows  
Антивирус Касперского (*или ESETNOD*)

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры фундаментальной химии и химической технологии, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска.

### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной

форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).



**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			