

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра "Технология и оборудование химических,  
нефтегазовых и пищевых производств"

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

Б.1.3.12.1 «Промышленный катализ»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль «Нефтехимия»

Квалификация выпускника: БАКАЛАВР

форма обучения – заочная  
курс – 4  
семестр – 8  
зачетных единиц – 4  
всего часов – 144  
в том числе:  
лекции – 6  
практические занятия – 4  
лабораторные занятия – нет  
самостоятельная работа – 134  
экзамен – 8 семестр  
зачет – нет  
РГР – нет  
курсовая работа – нет  
курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании  
кафедры ТОХП  
20.06.2022 года, протокол №10  
Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена  
на заседании УМКН направления НФГД  
27.06.2022 года, протокол №5  
Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

Энгельс 2022

## **1. Цель и задачи освоения дисциплины**

**Целью изучения** дисциплины Б.1.3.12.1 «Промышленный катализ» является развитие у студентов квалифицированного, промышленно и экономически обоснованного подхода к решению технологических задач в области химической кинетики и катализа применительно к промышленным процессам.

**Задачами изучения дисциплины** являются:

- формирование знаний необходимых для разработки современных технологий, предусматривающих повышение скорости химических реакций;
- изучение механизма процесса гомогенного и гетерогенного катализа, взаимосвязи скорости химических процессов и материала катализатора;
- освоение методологии выбора материала катализатора в зависимости от природы химических процессов в промышленности;
- ознакомление с технологией получения катализаторов, их эксплуатации, утилизации в промышленности.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина Б.1.3.12.1 «Промышленный катализ» относится к блоку 1: дисциплина по выбору ООП ВО в профиле «Нефтехимия». Для освоения данной дисциплины студент должен знать основные типы химических систем, механизм химических реакций, принципы химических и физико-химических методов анализа, принципы промышленного производства, следовательно изучить дисциплины учебного плана подготовки бакалавра: Б.1.1.9 «Общая и неорганическая химия», Б.1.1.10 «Органическая химия» Б.1.1.11 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; Б.1.1.12 «Физическая химия»; Б.1.1.12 «Процессы и аппараты химической технологии»; Б.1.1.14 «Экология»; Б.1.3.5.1 «Химия и технология органических веществ»; Б.1.1.20. «Общая химическая технология»; Б.1.2.12 «Процессы и аппараты химической технологии»; Б.1.2.10 «Технология нефтехимического синтеза»

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- способностью и готовностью использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### **3.1 Знать:**

- классификацию катализаторов;
- механизм гомо- и гетерогенных каталитических процессов;
- методики расчета кинетических параметров каталитических процессов в химической промышленности;
- принципы выбора материала катализатора в зависимости от химического процесса;
- основы производства катализаторов;
- основы техники эксплуатации катализаторов в промышленности.

#### **3.2. Уметь:**

- объяснить механизм каталитического промышленного процесса;
- проводить выбор материала катализатора в зависимости от химического процесса.

#### **3.3. Владеть:**

- знаниями технологии эксплуатации катализаторов в промышленности;
- навыками выбора катализатора в зависимости от химического процесса;
- методиками расчета кинетических параметров каталитического процесса в химической технологии.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
8 семестр									
1		1	Катализ: введение и основные понятия	34	2				32
2		2	Сущность каталитического действия	110	4			4	102
Всего				144	6	-	-	4	134

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<b><u>Катализ: введение и основные понятия</u></b> Вопросы: исторические корни катализа и его феноменология, определение катализа, определение катализатора	[1-7, 9-12]
2	4	2,3	<b><u>Сущность каталитического действия</u></b> Каталитические и некаталитические реакции, активный центр катализатора, классификация катализаторов, типы каталитических систем, стадии каталитической реакции, электронные и структурные факторы, понятие о каталитическом цикле, понятие о каталитической активности, селективность каталитического процесса, <b><u>Роль катализа в становлении современной промышленности и тенденции в развитии катализа</u></b> Промышленные катализаторы, классификация, характеристики, показатели эффективности, получение, технология эксплуатации, утилизация.	[1-7, 9-12]

#### 6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрены

## 7. Перечень практических занятий

№ тем ы	Всего часов	Темы практических занятий	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	2	Гетерогенно-каталитические процессы в нефтехимии, решение задач	[8,9 12]
2	2	Катализ и проблемы экологии, конференция	[13-21]

## 8. Перечень лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрены

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

Задания приведены в контрольной работе по дисциплине «Промышленный катализ».

В процессе самостоятельного изучения вопросов по дисциплине студенты осваивают компетенции ОПК-1, ПК-18. Освоение компетенций проверяется при отчете студентами по контрольной работе, выполнении заданий на практических занятиях, на зачете по дисциплине.

## 10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрена

## 11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена

## 12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен

## 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б.1.3.12.1 «Промышленный катализ» должны сформироваться компетенции ОПК-1, ПК-18.

Под компетенцией ОПК-1 понимается способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности. Формирование данной компетенции параллельно происходит в рамках учебных дисциплин Б.1.1.6 «Математика»,

Б.1.1.11 «Общая и неорганическая химия», Б.1.1.12 «Физическая химия»,  
Б.1.1.14 «Экология».

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ОПК-1	8 семестр	- знание классификации катализаторов; - знание механизма гомо- и гетерогенных каталитических процессов; - знание методик расчета кинетических параметров каталитических процессов в химической промышленности.	текущий контроль в форме: - заданий контрольной работы; - задач на практических занятиях; - экзамена по дисциплине.	вопросы и тестовые задания, вопросы к экзамену	5-ти бальная шкала

Под компетенцией ПК-18 понимается готовность использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.

Формирование данной компетенции параллельно происходит в рамках учебных дисциплин Б.1.1.13 «Коллоидная химия», Б.1.1.20 «Общая химическая технология», Б.1.1.9 «Физико-химические основы нефтехимического синтеза», Б.1.2.10 «Технология нефтехимического синтеза», Б.1.3.4.1 «Новые информационные технологии в профессиональной деятельности», Б.1.3.4.2 «Компьютерные технологии», Б.1.3.5.1 «Химия и технология органических веществ», Б.1.3.5.2 «Химико-технологические процессы органического синтеза», Б.1.3.6.1 «Теоретические основы синтеза высокомолекулярных соединений», Б.1.3.6.2 «Химия и физика полимеров», Б.1.3.9.1 «Теоретические основы коррозионных процессов», Б.1.3.9.2 «Введение в коррозионную науку», Б.1.3.11.1 «Экологические проблемы нефтехимического синтеза». Б.2.2.-2.5 «Практика».

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточн	Типовые	Шкала

	вания		ая аттестация	задания	оценива ния
ПК-18	8 семест р	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание принципов выбора материала катализатора в зависимости от химического процесса;</li> <li>- знание основ производства катализаторов;</li> <li>- знание основ техники эксплуатации катализаторов в промышленности;</li> <li>- умение выбирать материал катализатора в зависимости от химического процесса;</li> <li>- владеть знаниями технологии эксплуатации катализаторов в промышленности;</li> <li>- владеть методиками расчета кинетических параметров каталитического процесса в химической технологии.</li> </ul>	<p>текущий контроль в форме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- заданий контрольной работы;</li> <li>- решение задач на практических занятиях;</li> <li>- экзамена по дисциплине.</li> </ul>	<p>вопросы и тестовые задания, вопросы к экзамену</p>	5- ти бальная шкала

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.3.12.1 «Промышленный катализ», проводится промежуточная аттестация в виде экзамена. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учет успешности выполнения заданий контрольной работы, самостоятельной работы, решение задач, тестовых заданий и сдачу экзамена. Задания на практических занятиях считаются успешно выполненными в случае участия обучающегося в индивидуальном или групповом выполнении заданий, предоставления отчета, включающего решенные и оформленные задания. Шкала оценивания - 5-балльная шкала. К экзамену по дисциплине обучающиеся допускаются при условии выполнения заданий практических занятий, проработке теоретического материала по каждой теме в соответствии с пунктом 9 рабочей программы; успешном написании тестовых заданий, при зачетной контрольной работе. Экзамен сдается устно, по билетам, в которых представлено 2 задания из перечня «Вопросы для экзамена». Оценивание проводится по 5-ти балльной шкале. «Отлично» ставится при правильном,

полном и логично построенном ответе, умении оперировать специальными терминами, использовании в ответе дополнительного материала, иллюстрировании теоретического положения практическим материалом. «Хорошо» ставится, когда в ответе имеются негрубые ошибки или неточности, затруднения в использовании практического материала, не полностью законченные выводы или обобщения. «Удовлетворительно» ставится при неполном схематичном ответе, не умении оперировать специальными терминами или их незнании.

### **Вопросы для экзамена:**

1. Катализ и химическое равновесие.
2. Теория промежуточных соединений в катализе.
3. Факторы каталитического ускорения реакций.
4. Термодинамические и кинетические аспекты каталитических процессов.
5. Взаимодействие реакционной среды и катализатора.
6. Основные типы катализаторов и каталитических процессов.
7. Активность, селективность и стабильность катализаторов.
8. Кислотно-основной гомогенный катализ.
9. Протонодонорные свойства кислот в водных растворах.
10. Протоноакцепторные свойства субстратов каталитических реакций.
11. Механизм и кинетика каталитических реакций.
12. Химические превращения, катализируемые кислотами Бренстеда.
13. Химические превращения, катализируемые кислотами Льюиса.
14. Гомогенный катализ металлокомплексами.
15. Структурная организация ферментов.
16. Зависимость активности ферментов от pH среды и термической инактивации ферментов. Механизмы ферментативного катализа.
17. Кинетика ферментативных реакций.
18. Состав и структура гетерогенных катализаторов.
19. Отравление и старение катализаторов.
20. Кислотно-основной гетерогенный катализ.

21. Бифункциональный гетерогенный катализ.
22. Катализ цеолитами. Размерные эффекты и нанокатализ.
23. Имобилизованные ферменты и металлокомплексы.
24. Внутркинетическая область гетерогенных реакций.
25. Внутридиффузионная область гетерогенных каталитических реакций.
26. Катализ и проблемы экологии.
27. Промышленные катализаторы.

#### **14. Образовательные технологии**

При чтении лекций используются презентации, учебные фильмы, позволяющие наиболее информативно и наглядно изложить материал. При проведении практических занятий используются интерактивные формы обучения – проблемные вопросы, технология «мозговой штурм», конференция. Для выполнения цели и задач изучаемой дисциплины предусматривается самостоятельная работа обучающихся, требующая систематического изучения литературных источников. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 50%.

#### **15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине.**

Основная литература:

1. Журавлева, М. В. Каталитические процессы нефтехимии и нефтепереработки: учебное пособие / Журавлева М. В. и др. - Казань : КНИТУ, 2019. - 316 с. - ISBN 978-5-7882-2551-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788225517.html> (дата обращения: 27.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Потехин, В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки / Потехин В. М., Потехин В. В. - Санкт-петербург: ХИМИЗДАТ, 2017. - 944 с. - ISBN 978-5-93808-287-8. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082878.html> (дата обращения: 27.05.2021). - Режим доступа: по подписке.

3. Журавлева, М. В. Катализ в органической технологии: учебное пособие / М. В. Журавлева, Г. Ю. Климентова, О. В. Зиннурова, А. А. Фирсин - Казань : Издательство КНИТУ, 2016. - 160 с. - ISBN 978-5-7882-1983-7. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788219837.html> (дата обращения: 27.05.2021). - Режим доступа: по подписке.

4. Лефедова, О. В. Химическая кинетика и катализ: учеб. пособие / Лефедова О. В. - Иваново : Иван. гос. хим. -технол. ун-т., 2016. - 167 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/ghu\\_012.html](https://www.studentlibrary.ru/book/ghu_012.html) (дата обращения: 28.05.2021). - Режим доступа: по подписке.

5. Колесников, И.М. Катализ и производство катализаторов. – М.: Издательство «Техника», ТУМА ГРУПП, 2004. – 400 с. [сайт] <http://techn.sstu.ru/WebLib/29145.pdf> или [https://www.studmed.ru/kolesnikov-im-kataliz-i-proizvodstvo-katalizatorov\\_56072d18237.html](https://www.studmed.ru/kolesnikov-im-kataliz-i-proizvodstvo-katalizatorov_56072d18237.html) (дата обращения: 27.05.2021). Режим доступа: свободный

#### Дополнительная литература:

6. Гончаренко, Е. Е. Химическая кинетика и катализ : метод. указания к выполнению лабораторных работ / Е. Е. Гончаренко, Ф. З. Бадаев, А. М. Голубев. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - 48 с. - ISBN --. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0066.html](https://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0066.html) (дата обращения: 27.05.2021). - Режим доступа: по подписке.

7. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие [электронный ресурс]/А.Ю. Закгейм. - Москва: Логос, 2017. – 204 с. -: ISBN 978 – 5- 98704 – 497 – 1 – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html> (дата обращения: 27.05.2021). - Режим доступа: по подписке

8. Савельева Е.А. Самостоятельная работа студентов: методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01 Химическая технология Е.А. Савельева, Л.Н. Ольшанская, Н.Д. Соловьева, И.И. Фролова: - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., кафедра «Химические технологии», 2019. - 37 с. Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1467&tip=6> (для авторизир. пользователей)

#### Периодические издания

9. Кинетика и катализ: журнал / Российская Академия наук. — М.: Наука, 1960. — 6 номеров в год. — ISSN 0453-8811. Режим доступа: [https://www.elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=7848](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7848) Доступные архивы 2003-2020 гг.

10. Журнал физической химии:- РАН. - М.: Наука, 1930 - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4537 Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7802> Доступные архивы 2001-2021гг.

11. Известия высших учебных заведений. Серия Химия и химическая технология. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222> Доступные архивы 2000-2020гг.

12. Журнал прикладной химии. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7798> Доступные архивы 2003 – 2020гг.

#### Интернет – ресурсы:

13. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

14. Химический каталог. <http://www.ximicat.com>

15. Сайт Института Катализа РАН РФ <http://catalysis.ru>

16. [Электронно-библиотечная система Лань](#)

17. [ЭБС "Электронная библиотека технического ВУЗа"](#)

## 16. Материально – техническое обеспечение дисциплины

### **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

### **Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного и практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 24 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome

Рабочую программу составил: доцент кафедры ТОХП к.т.н. Ялымова Т.Ю.



«29»июня 2021 г.

## **17. Дополнения и изменения в рабочей программе**

**Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМК

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМК института \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /