

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Энгельсский технологический институт (филиал)

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.3.13.1 «Промышленный катализ»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль «Химическая технология органических веществ»

Квалификация выпускника: БАКАЛАВР

форма обучения – заочная, ускоренн

курс – 4

семестр – 8

зачетных единиц – 2

всего часов – 108

в том числе:

лекции – 8

практические занятия – нет

лабораторные занятия – 6

самостоятельная работа – 94

экзамен – нет

зачет – 8 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании  
кафедры

29.06.2021 года, протокол №9

Зав. кафедрой В.Н.Целуйкин / В.Н.Целуйкин

Рабочая программа утверждена на  
заседании УМКН

29.06.2021 года, протокол № 5

Председатель УМКН В.Н.Целуйкин / В.Н.Целуйкин

Энгельс 2021

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Целью освоения** дисциплины Б.1.3.13.1 «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.1.3.13.1 «Промышленный катализ» относится к блоку 1: дисциплина по выбору ООП ВО в профиле «Химическая технология органических веществ». 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.1.1.20 «Процессы и аппараты химической технологии»; Б.1.1.14 «Экология»; Б.1.1.18 «Безопасность жизнедеятельности»; Б.1.1.19. «Общая химическая технология»; Б.1.1.20 «Процессы и аппараты химической технологии»; Б.1.1.21 «Моделирование химико-технологических процессов», Б.1.1.22 «Химические реакторы», Б.1.1.23 «Системы управления химико-технологическими процессами»

### **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	
<b>7 семестр</b>									
1		1	Катализ: введение и основные понятия	26/2	2/2				22
<b>8 семестр</b>									
2		2	Сущность каталитического действия	82/2	6/2		6/0		72
Всего				108/4	8/4	-	6/0	-	94

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые 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	[1-6]
2	6	2,3  4	<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.	[3]

## 6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрены

## 7. Перечень практических занятий

Учебным планом не предусмотрен

## 8. Перечень лабораторных работ

№ тем ы	Всего часов	Наименование лабораторной работы.	Учено- методическ ое обеспечени е
1	2	3	4
1	2	Кинетика разложения комплексного иона триоксалатамарганца	[7]
2	4	Кинетика каталитического разложения пероксида водорода	[7]

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента заключается в проработке лекционного материала и подготовке к лабораторным занятиям, а также написанию контрольной работы.

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 лабораторного практикума, 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.1.3.13.1 «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 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», Б.1.1.16 «Прикладная механика», Б.1.1.17 «Электротехника и промышленная электроника», Б.1.2.11 «Техническая термодинамика и теплотехника», Б.1.2.13 «Введение в химическую технологию».

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; - заданий лабораторного практикума; - зачета по дисциплине.	вопросы и тестовые задания	зачтено/ не зачтено

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.1.1.19 «Общая химическая технология», Б.1.1.22 «Химические реакторы», Б.1.2.7 «Дополнительные главы аналитической

химии», Б.1.2.8 «Дополнительные главы физической химии», Б.1.2.12 «Оценка экономической эффективности проекта», Б.1.2.14 «Физико-химические основы технологии химических волокон», Б.1.2.15 «Научные основы технологии переработки полимеров», Б.1.2.16 «Основы технологии органических веществ», Б.1.3.4.2 «Введение в нанотехнологию», Б.1.3.5.1 «Поверхностные явления в полимерных материалах», Б.1.3.5.2 «Межфазные процессы в полимерологии», Б.1.3.6.1 «Химия и физика полимеров», Б.1.3.6.2 «Теоретические основы синтеза ВМС», Б.1.3.8.1 «Оборудование в производстве органических веществ», Б.1.3.8.2 «Методология инженерно-технических расчетов в технологии органических веществ», Б.1.3.9.1 «Теория нефтехимического синтеза». Б.1.3.9.2 «Технология переработки нефти», Б.1.3.10.1 «Экологические проблемы технологии органических веществ», Б.1.3.10.2 «Современные безотходные технологии», Б.1.3.11.1 «Нанотехнологии на предприятиях органического синтеза», Б.1.3.11.2 «Нанотехнологии в производстве органических веществ», Б.1.3.12.1 «Химия и технология органических веществ», Б.1.3.12.2 «Теория химико-технологических процессов органического синтеза», Б.2.2.-2.4 «Практика».

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-18	7 семестр	<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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>текущий контроль в форме:</li> <li>- заданий контрольной работы;</li> <li>- заданий лабораторного практикума;</li> <li>- зачета по дисциплине.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>вопросы и тестовые задания</li> </ul>	зачтено/не зачтено

		химической технологии.			
--	--	------------------------	--	--	--

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.3.13.1 «Промышленный катализ», проводится промежуточная аттестация в виде зачета. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учет успешности выполнения заданий контрольной работы, самостоятельной работы, заданий модулей, лабораторного практикума, тестовых заданий и сдачи зачета. Задания модулей считаются успешно выполненными в случае участия обучающегося в индивидуальном или групповом выполнении заданий, предоставления отчета, включающего решенные и оформленные задания. Шкала оценивания - «зачтено / не зачтено». «Не зачтено» ставится в случае, если обучающийся не участвовал в работе за занятия, задания занятий выполнено неправильно. Самостоятельная работа считается успешно выполненной, в случае если проработан теоретический материал по каждой теме. Задания соответствуют пункту 9 рабочей программы. В конце семестра обучающийся письменно отвечает на тестовые задания, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 40% вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено». К зачету 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. Зачет сдается устно, по билетам, в которых представлены вопросы из перечня «Вопросы для зачета». Оценивание проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» ставится при правильном, полном и логично построенном ответе, умении оперировать специальными терминами, использовании в ответе дополнительного материала, иллюстрировании теоретического положения

практическим материалом. В ответе могут иметься негрубые ошибки или неточности, затруднения в использовании практического материала, не полностью законченные выводы или обобщения. «Не зачтено» ставится при неполном схематичном ответе, не умении оперировать специальными терминами или их незнании.

### **Вопросы для зачета:**

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, катализируемых 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 лабораторного практикума используются интерактивные формы обучения – проблемные вопросы, технология «мозговой штурм». 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 20%.

#### **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. 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

#### Методические указания

7. 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.

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"](#)

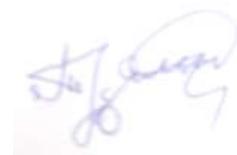
## **16. Материально – техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях № 304 (площадь аудитории – 60 м<sup>2</sup>), оснащенная специализированной мебелью мультимедийным оборудованием.

Техническое обеспечение лекционного курса - мультимедийное оборудование: ноутбук, экран и проектор. Техническое обеспечение лабораторного практикума: химическая посуда, аналитические весы, фотоэлектрокалориметр, персональный компьютер.

Выполнение самостоятельной работы студентов обеспечивается наличием учебной, справочной литературой, электронной библиотекой ВУЗа, информационной образовательной средой. Студенты могут воспользоваться компьютерами в библиотеке, в компьютерных классах института. Компьютеры имеют лицензированное программное обеспечение.

Рабочую программу составил: доцент кафедры ТОХП Ялымова Т.Ю.



«29 »июня 2021 г.

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