

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 26.09.2023 17:25:42  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 22 » марта 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ГОМОГЕННЫЙ И ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ В ПРОЦЕССАХ ОСНОВНОГО  
ОРГАНИЧЕСКОГО И НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы бакалавриата

**Химическая технология основного органического синтеза**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет химической и биотехнологии  
Кафедра технологии нефтехимических и углехимических производств

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Старший преподаватель		В.Н. Клементьев

Рабочая программа дисциплины «Гомогенный и гетерогенный катализ в процессах основного органического и нефтехимического синтеза» обсуждена на заседании кафедры технологии нефтехимических и углехимических производств  
протокол от « 20 » 01 2021 № 3  
Заведующий кафедрой

Б.В.Пекаревский

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от «18» 03 2021 № 8

Председатель

М.В. Рутто

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		Доцент М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	07
4.4. Самостоятельная работа.....	07
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	07
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	08
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	09
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	09
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	10
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	10
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	10
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	11

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-1</b> Способность обеспечить выработку компонентов и приготовление товарной продукции</p>	<p><b>ПК-1.1</b> Знание технологии производства товарной продукции</p>	<p><b>Знать:</b> химизм отдельных технологических процессов производства товарной продукции(ЗН-1); <b>Уметь:</b> анализировать причины отклонений от заданных параметров для технологических процессов (У-1); <b>Владеть:</b> методами контроля состава сырья для приготовления товарной продукции требуемого качества (Н-1).</p>
<p><b>ПК-2</b> Способность обеспечивать регламентные режимы работы технологических объектов</p>	<p><b>ПК-2.3</b> Основные технологические процессы и режимы производства</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы технологических процессов производства товарной продукции (ЗН-2); <b>Уметь:</b> определять основные параметры технологического режима производства (У-2); <b>Владеть:</b> навыками контроля за технологическим режимом производства (Н-2).</p>
<p><b>ПК-2</b> Способность обеспечивать регламентные режимы работы технологических объектов</p>	<p><b>ПК-2.4</b> Умение эффективно использовать технологическое оборудование</p>	<p><b>Знать:</b> принцип работы основного технологического оборудования (ЗН-3); <b>Уметь:</b> эффективно использовать технологическое оборудование (У-3); <b>Владеть:</b> навыками повышения эффективности технологического оборудования (Н-3).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гомогенный и гетерогенный катализ в процессах основного органического и нефтехимического синтеза» относится к дисциплинам по выбору Б1.В.ДВ.05.01 профессионального модуля «Химическая технология основного органического синтеза и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Введение в химическую технологию и основы научных исследований», «Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Применение продуктов основного органического и нефтехимического синтеза» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе обучающегося и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>90</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	36 (9)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	18
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>90</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	экзамен (36)

\* практическая подготовка только для дисциплин с ПК

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Гомогенный кислотный и основной катализ	12	12	-	30	ПК-1	ПК-1.1
2	Гомогенный металлокомплексный катализ	12	12	-	30	ПК-2	ПК-2.3
3	Гетерогенный катализ и гетерогенно-каталитические процессы	12	12	-	30	ПК-2	ПК-2.4

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<u>Гомогенный кислотный и основной катализ</u> Кислоты и основания Льюиса, кислотность и основность среды. Механизм и кинетика кислотного и основного катализа. Кислотный катализ и основной катализ. Кислотный и основной катализ. Карбокатионы и карбанионы, их строение и свойства. Механизм и кинетика реакций. Активация реагентов и механизм реакций. Катализ суперкислотами (супероснованиями) в органическом синтезе.	12	лекция-визуализация (ЛВ)
2	<u>Гомогенный металлокомплексный катализ.</u> Структура металлокомплексных соединений. Лиганды, координация к металлу. Стадии и механизм металлокомплексного катализа.	12	лекция-визуализация (ЛВ)
3	<u>Гетерогенный катализ и гетерогенно-каталитические процессы</u> Механизмы и кинетика гетерогенно-каталитических реакций.	12	лекция-визуализация (ЛВ)

### 4.3. Занятия семинарского типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую	
1	<u>Гомогенный кислотный и основной катализ</u> Применение кислотного и основного катализа в промышленности основного органического и нефтехимического синтеза	12	2	
2	<u>Гомогенный металлокомплексный катализ</u> Реакции гомогенного металлокомплексного катализа в промышленности основного органического и нефтехимического синтеза	12	2	
3	<u>Гетерогенный катализ и гетерогенно-каталитические процессы</u> Гетерогенно-каталитические процессы в промышленности основного органического и нефтехимического синтеза.	12	5	КтСм

### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Функция кислотности Гаммета, другие функции кислотности. Специфический кислотный и основной катализ.	30	Устный опрос
2	Синтезы на основе оксида углерода. Реакции гидроформилирования и гидрокарбоксилирования	30	Устный опрос
3	Селективность при гетерогенно-каталитических реакциях	30	Устный опрос

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами для проверки умений и навыков.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### **Вариант № 1**

1. Окисление и эпексидирование олефинов в присутствии металлокомплексных катализаторов.
2. Основы кинетики гетерогенно-каталитических реакций. Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».



## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: учебник для бакалавров и магистров по направлениям: "Химическая технология" (бакалавры), "Химическая технология" (магистры) / В. М. Потехин, В. В. Потехин. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 896 с. - ISBN 978-5-8114-1662-2

2. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт; пер. с англ. В. И. Ролдугина. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 501 с. - ISBN 978-5-91559-044-0

### **б) электронные учебные издания:**

Сибаров, Д. А. Катализ, каталитические процессы и реакторы : учебное пособие / Д. А. Сибаров, Д. А. Смирнова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2158-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212642> (дата обращения: 17.06.2022). — Режим доступа: по подписке.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Гомогенный и гетерогенный катализ в процессах основного органического и нефтехимического синтеза» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

### 10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### 10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word).

### 10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Адрес	Наименование оборудованных учебных кабинетов/объектов для проведения практических занятий	Оснащенность оборудованных учебных кабинетов/объектов для проведения практических занятий
190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б	Кафедра технологии нефтехимических и углехимических производств, аудитория №9	Специализированная мебель (40 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер
190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б	Кафедра технологии нефтехимических и углехимических производств, аудитория №14	Специализированная мебель (20 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Гомогенный и гетерогенный катализ в процессах основного  
органического и нефтехимического синтеза»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-1</b>	Способность обеспечить выработку компонентов и приготовление товарной продукции	промежуточный
<b>ПК-2</b>	Способность обеспечивать регламентные режимы работы технологических объектов	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-1.1</b> Знание технологии производства товарной продукции	<b>Знает:</b> химизм отдельных технологических процессов производства товарной продукции(ЗН-1);	Правильные ответы на вопросы №1-3 к экзамену	Может привести примеры химических каталитических превращений(ЗН-1)	Перечисляет основные технологические процессы и химизм каталитических превращений(ЗН-1)	Безошибочно называет химизм отдельных технологических процессов нефтехимического синтеза(ЗН-1)
	<b>Умеет:</b> анализировать причины отклонений от заданных параметров для технологических процессов (У-1);	Правильные ответы на вопросы №4-6 к экзамену	Путается при анализе причин отклонения в реакциях нефтехимического синтеза(У-1);	Перечисляет основные причины отклонений от заданных параметров для технологических процессов (У-1);	В полной мере проводит анализ каталитических превращений в реакциях нефтехимического синтеза(У-1);
	<b>Владеет:</b> методами контроля состава сырья для приготовления товарной продукции требуемого качества (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №7-10 к экзамену	Называет методы контроля состава сырья для приготовления товарной продукции требуемого качества (Н-1).	Приводит примеры состава сырья и его каталитического превращения для приготовления товарной продукции требуемого качества (Н-1).	Уверенно владеет способами каталитической переработки сырья в нефтехимическом синтезе(Н-1).
<b>ПК-2.3</b> Основные технологические процессы и режимы производства	<b>Знает:</b> теоретические основы технологических процессов производства товарной продукции (ЗН-2);	Правильные ответы на вопросы №11-13 к экзамену	Имеет представление о теоретических основах процессов производства товарной продукции (ЗН-2)	Перечисляет отдельные теоретические основы процессов производства товарной продукции (ЗН-2)	Свободно владеет знаниями теоретических основ процессов производства товарной продукции

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
					(ЗН-2)
	<b>Умеет:</b> определять основные параметры технологического режима производства (У-2);	Правильные ответы на вопросы №14-17 к экзамену	Перечисляет параметры технологического режима отдельных производств (У-2);	Частично может определять основные параметры технологического режима производства (У-2);	Определяет основные параметры технологического режима производства (У-2);
	<b>Владеет:</b> навыками контроля за технологическим режимом производства (Н-2).	Правильные ответы на вопросы №18-20 к экзамену	Может привести пример отдельных параметров контроля технологического режима (Н-2)	Приводит с частичным объяснением рабочие технологические режимы отдельных производств (Н-2)	Полностью приводит и объясняет рабочие технологические режимы производства (Н-2).
<b>ПК-2.4</b> Умение эффективно использовать технологическое оборудование	<b>Знает:</b> принцип работы основного технологического оборудования (ЗН-3);	Правильные ответы на вопросы №21-24 к экзамену	Знает принцип работы основного технологического оборудования (ЗН-3)	Приводит принцип работы основного технологического оборудования без примеров (ЗН-3)	Приводит и может объяснить принцип работы основного технологического оборудования с примерами (ЗН-3)
	<b>Умеет:</b> эффективно использовать технологическое оборудование (У-3);	Правильные ответы на вопросы №25-27 к экзамену	Перечисляет отдельные примеры эффективного использования технологического оборудования (У-3)	Объясняет способы эффективного использования технологического оборудования (У3)	Свободно объясняет способы эффективного использования технологического оборудования с примерами (У3)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Владеет:</b> навыками повышения эффективности технологического оборудования (Н-3).	Правильные ответы на вопросы №28-30 к экзамену	Владеет некоторыми навыками повышения эффективности технологического оборудования (Н-3)	Может привести некоторые примеры повышения эффективности технологического оборудования (Н-3)	Полностью приводит способы повышения эффективности работы технологического оборудования (Н-3)

### **3 Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации на экзамене**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1 и ПК-2:**

1. Гомогенный основной и нуклеофильный катализ. Катализаторы и стадии катализа.
2. Гомогенный кислотный катализ. Стадии катализа протонными и апротонными кислотами.
3. Металлокомплексный катализ. Природа химической связи в комплексах металлов.
4. Элементарные реакции в металлокомплексном катализе.
5. Кинетика металлокомплексного катализа. Уравнение Михаэлиса.
6. Реакции на основе металлокомплексного катализа: гидрирование, изомеризация, метатезис, олигомеризация и полимеризация.
7. Окисление и эпоксирирование олефинов в присутствии металлокомплексных катализаторов.
8. Реакции оксосинтеза. Катализаторы и механизм процесса.
9. Изомеризация углеводов.
10. Алкилирование ароматических углеводов в промышленности, катализаторы и механизм процесса.
11. Гетерогенно-каталитические реакции. Катализаторы и их характеристики. Требования, предъявляемые к катализаторам.
12. Основы кинетики гетерогенно-каталитических реакций. Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда.
13. Макрокинетика в гетерогенном катализе. Внешне и внутридиффузионная область. Модуль Тиле.
14. Промышленные катализаторы гидрогенизационных процессов в нефтепереработке.
15. Дезактивация катализаторов нефтепереработки и способы их регенерации.
16. Структура металлических катализаторов.
17. Цеолиты, их строение, получение, модификация и области применения.
18. Устройство и особенности конструкции реакторов гидроочистки и риформинга.
19. Синтез Фишера-Тропша, особенности реакторных устройств.
20. Технология получения метилового спирта.
21. Новые методы получения углеводов из ментола.
22. Процессы диспропорционирования и трансметиляции углеводов.
23. Характеристика методов приготовления металлических и оксидных катализаторов.
24. Распределение активного компонента по грануле.
25. Определение удельной поверхности, объема пор и их размеров. Регулирование кислотных свойств поверхности катализаторов, их корреляция с активностью в некоторых процессах.
26. Структурно чувствительные и структурно нечувствительные реакции.
27. Регулирование свойств поверхности металлосодержащих контактов для процессов превращения углеводов.
28. Строение алюмосиликатных катализаторов. Механизм образования и превращения карбониевых ионов.
29. Цеолитсодержащие катализаторы.
30. Реакционная способность углеводов различных классов. Характеристика сырья каталитического крекинга.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин.



**5.Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).