

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 29.09.2023 18:08:48  
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  
« 16 » июня 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Каталитические процессы специального назначения**  
Направление подготовки

**18.04.01 Химическая технология**

Направленность программы магистратуры  
**Катализаторы и каталитические процессы**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		ст.н.с. Мальцева Н.В.

Рабочая программа дисциплины «Каталитические процессы специального назначения»  
обсуждена на заседании кафедры общей химической технологии и катализа  
протокол от «15» 06 2022 № 7

Заведующий кафедрой

А.Ю. Постнов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов  
протокол от «16» 06 2022 № 9

Председатель

С.Г. Изотова

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
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 .....	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа .....	07
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	07
4.3.2. Лабораторные занятия .....	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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	08
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	08
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	09
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	09
10.1. Информационные технологии .....	09
10.2. Программное обеспечение .....	09
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	09
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	09
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	10
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 для освоения образовательной программы магистратуры 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-5</b> Способен разрабатывать и применять на практике каталитические системы для решения прикладных задач</p>	<p><b>ПК-5.1</b> Каталитические процессы очистки газовых выбросов и жидких стоков различного происхождения</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы каталитической очистки газовых выбросов и жидких стоков различного происхождения; <b>Уметь:</b> выбирать катализатор, аппаратное и технологическое решение, обеспечивающие эффективное преобразование загрязнителей в экологически безопасные соединения; <b>Владеть:</b> навыками выбора и апробации каталитического процесса для решения экологической и ресурсосберегающей задачи.</p>
	<p><b>ПК-5.2</b> Каталитическое сжигание топлива</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы процессов каталитического беспламенного сжигания топлив, принципы функционирования каталитических генераторов теплоты; <b>Уметь:</b> выбирать катализатор, аппаратное и технологическое решение, обеспечивающие эффективное беспламенное окисление топлива; <b>Владеть:</b> навыками материальных и тепловых расчётов каталитических генераторов теплоты.</p>

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.02.02), и изучается на 2 курсе в 3 семестре .

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин основной образовательной программы бакалавриата, а также при изучении дисциплины «Теоретические основы катализа», «Научные основы приготовления катализаторов», «Высокотехнологичные методы исследования свойств носителей и катализаторов», «Кинетика гетерогенно-каталитических процессов», «Промышленный катализ в производстве неорганических материалов катализаторов», «Технологии носителей и катализаторов», «Промышленный катализ в нефтепереработке и нефтехимии», «Безопасность промышленных каталитических процессов», «Каталитические процессы защиты окружающей среды». Полученные в процессе изучения дисциплины «Каталитические процессы специального назначения» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении всех видов практик, в научно-исследовательской работе магистранта, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/академических часов)	<b>2/72</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>40</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.:	18
семинары, практические занятия (в т.ч. на практическую подготовку)	18 (16)
лабораторные работы (в т.ч. на практическую подготовку)	–
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	4
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>32</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (К/р, реферат, РГР, эссе)	–
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Катализаторы и каталитические процессы создания защитных атмосфер	6	6	–	10	ПК-5	ПК-5.1 ПК-5.2
2.	Катализаторы в решении задач жизнеобеспечения закрытых объёмов	6	6	–	10	ПК-5	ПК-5.1 ПК-5.2
3.	Пассивные каталитические рекомбинаторы водорода	6	6	–	12	ПК-5	ПК-5.1 ПК-5.2

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Катализаторы и каталитические процессы создания защитных атмосфер.</u> Чистые комнаты для реализации процессов и синтеза веществ чувствительных к присутствию вредных примесей. Санитарно-промышленные нормы и особенности их обеспечения.	6	ЛВ
2	<u>Катализаторы в решении задач жизнеобеспечения закрытых объёмов.</u> Каталитические процессы в системе переработки углекислого газа в замкнутых обитаемых объектах. Фотокаталитическая технология производства водорода и восполнения кислорода.	6	ЛВ
3	<u>Пассивные каталитические рекомбинаторы водорода.</u> Каталитическая очистка атмосферы объектов атомной и водородной энергетики. Каталитическая активность металлов в процессах окисления водорода. Технологии создания тонкослойных каталитических покрытий на металлическом носителе.	6	ЛВ

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
1	Разработка предложений по технологической схеме, конструктивному решению, обеспечению фильтрующими, сорбционно-каталитическими материалами в решении конкретных задач генераторов чистых газов, защиты датчиков анализаторов от мешающих примесей.	6	4	Групповая дискуссия
2	Разработка предложений по технологической схеме, конструктивному решению, обеспечению фильтрующими, сорбционно-каталитическими материалами в решении конкретных задач газоочистки для систем жизнеобеспечения.	6	6	Групповая дискуссия
3	Расчет производительности по водороду в зависимости от начальной температуры и состава атмосферы.	6	6	Групповая дискуссия

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

Не предусмотрены.

#### 4.4. Самостоятельная работа.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Разработка технологической инструкции производства катализатора разложения аммиака	10	Устный или письменный опрос
2	Разработка технологической инструкции производства сорбционно-каталитической системы удаления оксидов углерода	10	Устный или письменный опрос
3	Разработка технологической инструкции производства блочного катализатора окисления водорода	12	Устный или письменный 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 информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета (3 семестр).

При сдаче зачета обучающийся получает два вопроса из перечня вопросов (время подготовки к устному ответу – 45 минут).

Пример варианта вопросов на зачете:

1. Генераторы чистых газов и роль каталитических процессов в них.
2. Сорбционно-каталитические фильтры для защиты датчиков анализаторов от мешающих примесей.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

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

### **а) печатные издания:**

1. Юркевич, А.А. Технологические основы производства химических компонентов систем жизнеобеспечения / А.А. Юркевич, Г.К. Ивахнюк, Н.Ф. Федоров; под редакцией Г.К. Ивахнюка. – Санкт-Петербург: Менделеев, 2014. – 274 с. – ISBN 978-5-94922-038-2

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

3. Сибаров, Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы: учебное пособие / Д.А. Сибаров, Д.А. Смирнова. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 200 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-2158-9

4. Пахомов, Н.А. Научные основы приготовления катализаторов. Введение в теорию и практику / Н.А. Пахомов; отв. ред. В.А. Садыков; Российская академия наук. Сибирское отделение. Институт катализа имени Г.К. Борескова. – Новосибирск: изд-во СО РАН, 2011. – 262 с. – ISBN 978-5-7692-1185-0

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

5. Технологические основы производства химических компонентов систем жизнеобеспечения: учебное пособие / А.А. Юркевич, Г.К. Ивахнюк, Н.Ф. Федоров, М.А. Пименова; под редакцией Г.К. Ивахнюка. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. – 368 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-1738-4 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: по подписке.

6. Сибаров, Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы: учебное пособие / Д.А. Сибаров, Д.А. Смирнова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. – 200 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-2158-9 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 04.05.2022). – 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/>;

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

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

Все виды занятий по дисциплине «Каталитические процессы специального назначения» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

СТП СПбГТИ 016–2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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 являются:

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

На занятия студент должен приходиться, 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 электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Пакеты прикладных программ стандартного набора (LibreOffice, MathCAD).

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

- справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»;
- база данных Reaxys <https://www.reaxys.com>

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Кафедра Общей химической технологии и катализа оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного лабораторных работ, существует возможность использования оборудования Центров коллективного пользования СПбГТИ(ТУ) и Лаборатории каталитических технологий. Компьютеры кафедры и аудиторий № 205, 209, 210 соединены в локальную вычислительную сеть с выходом в Интернет через сервер, подключенный к сети института.

Реализация программы учебной дисциплины предполагает наличие учебной лаборатории, оснащенной следующим лабораторным оборудованием:

- спектрофотометр СФ-26;
- торсионные весы PRLT T3;
- прибор измерения механической прочности МП-2С;
- хроматографы ЦВЕТ-100, ЦВЕТ-500, ЦВЕТ-800 и 3700;
- вакуумный насос VP18R;
- вискозиметр Reotest-2;

- рН-метры рН-150МИ;
- редукторы газовые;
- анализатор влажности порошковых материалов МОС-120Н;
- влагомеры Байкал-3 и Волна-2;
- рентгеновский дифрактометр ДРОН-3М;
- дериватограф Q-1500 D;
- дифференциальный термогравиметрический анализатор Shimadzu DTG-60H;
- газовый хроматограф GC 2010 Plus;
- энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры EDX-7000 и EDX-8000;
- ИК-Фурье спектрометр IRTracer-100;
- рентгеновский дифрактометр XRD-6100;
- Autosorb 6iSA;
- лазерный дифракционный анализатор размеров частиц SALD-2300;
- газовый хроматомасс-спектрометр GCMS-QP2010 Ultra;

Оборудование Инжинирингового центра СПбГТИ(ТУ):

- сканирующий зондовый атомно-силовой микроскоп Shimadzu SPM-9700;
- лазерный дифракционный анализатор размеров частиц Shimadzu SALD-7500;
- термомеханический анализатор изменения линейных размеров образца Shimadzu TMA-60;
- трибометр Anton Paar ТНТ;
- реометр Anton Paar Physica MCR 302;
- ИК-Фурье спектрометр Shimadzu IRTracer-100;
- дифференциальный сканирующий калориметр Shimadzu DSC-60 Plus;
- дериватограф Shimadzu DTG-60;
- универсальная испытательная машина Shimadzu AG-XD plus, 20kN-50kN;
- спектрофотометр Shimadzu UV-1800;
- многофункциональная лабораторная машина для перемешивания MagicLab-XP;
- спектрометр ЯМР Bruker AVANCE III HD 400 NanoBay;
- растровый электронный микроскоп Tescan Vega 3 SBH;
- рентгеновский дифрактометр Rigaku SmartLab 3;
- прибор для проведения измерений температур- и теплопроводности Netzsch LFA 457 MicroFlash;
- прибор синхронного термического анализа Netzsch STA 449 F3 Jupiter.

## **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  
«Каталитические процессы специального назначения»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-5</b>	<b>Способен разрабатывать и применять на практике каталитические системы для решения прикладных задач</b>	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)
			«зачтено» (пороговый)
<b>ПК-5.1</b> Каталитические процессы очистки газовых выбросов и жидких стоков различного происхождения	<b>Знает</b> теоретические основы каталитической очистки газовых выбросов и жидких стоков различного происхождения	Вопросы к экзамену № 1-28	Рассказывает теоретические основы каталитической очистки газовых выбросов и жидких стоков различного происхождения
	<b>Умеет</b> выбирать катализатор, аппаратное и технологическое решение, обеспечивающие эффективное преобразование загрязнителей в экологически безопасные соединения	Вопросы к экзамену № 1-28	С консультацией преподавателя выбирает катализатор, аппаратное и технологическое решение, обеспечивающие эффективное преобразование загрязнителей в экологически безопасные соединения
	<b>Владеет</b> навыками выбора и апробации каталитического процесса для решения экологической и ресурсосберегающей задачи	Вопросы к экзамену № 1-28	Может выбирать каталитический процесс для решения экологической и ресурсосберегающей задачи
<b>ПК-5.2</b> Каталитическое сжигание топлива	<b>Знает</b> теоретические основы процессов каталитического беспламенного сжигания топлив, принципы функционирования каталитических генераторов теплоты	Вопросы к экзамену № 1-28	Рассказывает теоретические основы процессов каталитического беспламенного сжигания топлив, принципы функционирования каталитических генераторов теплоты

	<b>Умеет</b> выбирать катализатор, аппаратное и технологическое решение, обеспечивающие эффективное беспламенное окисление топлива	Вопросы к экзамену № 1-28	С консультацией преподавателя выбирает катализатор, аппаратное и технологическое решение, обеспечивающие эффективное беспламенное окисление топлива
	<b>Владеет</b> навыками материальных и тепловых расчётов каталитических генераторов теплоты	Вопросы к экзамену № 1-28	Осуществляет материальный и тепловой расчет каталитических генераторов теплоты

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, шкала оценивания – «зачтено» (если достигнут «пороговый» уровень освоения всех элементов компетенции), «не зачтено».

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **3.1 Типовые контрольные вопросы к зачету**

##### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:**

- 1 Каталитические процессы в системах газоочистки промышленных выбросов в атмосферу.
- 2 Каталитические процессы в системах газоочистки воздуха рабочей зоны
- 3 Каталитические процессы в системах очистки жидких сред.
- 4 Актуальные природоохранные задачи, решаемые с использованием каталитических процессов.
- 5 Критерии выбора каталитического процесса для решения конкретных природоохранных задач.
- 6 Современные тенденции в применении катализаторов в системах газоочистки.
- 7 Критерии выбора катализаторов для газоочистных устройств.
- 8 Примеры технологий носителей и катализаторов.
- 9 Требования к исходному сырью и материалу оборудования.
- 10 Каталитические процессы в ресурсосберегающих технологиях.
- 11 Методы каталитической очистки промышленных выбросов от соединений серы.
- 12 Каталитические технологии в снижении загрязнения окружающей среды производствами азотной кислоты и аммиака.
- 13 Каталитические методы очистки газов от летучих органических соединений.
- 14 Каталитические генераторы тепла и теплогенераторы.
- 15 Ресурсосберегающие каталитические обогреватели бытовые и автономные.
- 16 Ресурсосберегающие каталитические технологии.
- 17 Автономные каталитические газотурбинные установки.
- 18 Топливные элементы, виды и особенности конструкции.
- 19 Катализаторы и каталитические процессы для систем жизнеобеспечения.
- 20 Генераторы чистых газов и роль каталитических процессов в них.
- 21 Сорбционно-каталитические фильтры для защиты датчиков анализаторов от мешающих примесей.
- 22 Каталитическое дожигание микропримесей в электролизных газах.
- 23 Каталитическая очистка атмосферы обитаемых объектов от микропримесей метана и летучих органических соединений.
- 24 Каталитические процессы в системе переработки углекислого газа в замкнутых обитаемых объектах.
- 25 Генераторы чистых газов – водорода, кислорода.
- 26 Каталитическая очистка инертных газов.
- 27 Сорбционно-каталитические фильтры бытового назначения.
- 28 Сорбционно-каталитическая очистка технологических потоков от примесей легкополимеризующихся органических соединений.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.  
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 45 мин.

#### **4. Темы курсовых работ.**

Не предусмотрены.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПП СПбГТИ 016–2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.