

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 29.09.2023 18:08:52  
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 » июня 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Технологии носителей и катализаторов**

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		доцент Черемисина О.А.

Рабочая программа дисциплины «Технологии носителей и катализаторов» 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.....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины .....	07
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	07
4.2. Занятия лекционного типа.....	08
4.3. Занятия семинарского типа .....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	10
4.3.2. Лабораторные занятия .....	10
4.4. Самостоятельная работа .....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	14
10.1. Информационные технологии .....	14
10.2. Программное обеспечение .....	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	15
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-3</b> Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в проектной, научно-исследовательской и расчётно-аналитической деятельности в области разработки катализаторов и каталитических процессов на их основе</p>	<p><b>ПК-3.4</b> Носители промышленных катализаторов</p>	<p><b>Знать:</b> физико-химические и структурно-прочностные характеристики носителей, применяемых для производства катализаторов методом пропитки и технологии их изготовления; <b>Уметь:</b> рассчитывать технологические потоки в производстве носителей с заданными характеристиками; <b>Владеть:</b> навыками целенаправленного регулирования характеристик носителей.</p>
	<p><b>ПК-3.5</b> Катализаторы, приготовленные методом пропитки</p>	<p><b>Знать:</b> технологии приготовления пропиточных растворов, условия пропитки и закрепления активных компонентов на внешней и внутренней поверхности катализатора; <b>Уметь:</b> рассчитывать материальные и тепловые балансы в производстве катализаторов методом пропитки; <b>Владеть:</b> навыками составления технологической документации для промышленного производства пропиточных катализаторов.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p><b>ПК-3.6</b> Катализаторы, приготовленные методом смешения</p>	<p><b>Знать:</b> современные технологии приготовления катализаторов методом смешения;</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать материальные и тепловые балансы в производстве катализаторов методом смешения;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками составления технологической документации для промышленного производства катализаторов методом смешения.</p>

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

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.04), и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «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», «Промышленный катализ в нефтепереработке и нефтехимии». Полученные в процессе изучения дисциплины «Технологии носителей и катализаторов» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Безопасность промышленных каталитических процессов», «Каталитические процессы защиты окружающей среды», «Каталитические процессы специального назначения», 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>7/252</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>116</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.:	72
семинары, практические занятия (в т.ч. на практическую подготовку)	18 (18)
лабораторные работы (в т.ч. на практическую подготовку)	54 (18)
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	8
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>109</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (К/р, реферат, РГР, эссе)	–
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КР, экзамен/27</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.	Характеристика катализаторных производств, технологических процессов, сырья и продукции; технические характеристики и предъявляемые требования	1	–	7	40	ПК-3	ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5
2.	Основные технологические стадии как этапы формирования свойств носителей и катализаторов; управляющие воздействия и пооперационный контроль	2	3	8	40	ПК-3	ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5
3.	Традиционные технологии: смешения, осаждения, нанесения, терморазложения солей; технологии металлических катализаторов, цеолитов, активных углей	3	3	9	–	ПК-3	ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5
4.	Технологии, основанные на механохимической активации, термохимической активации, золь-гель переходе	3	3	9	29	ПК-3	ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5
5.	Технологии сферических, блочных, пластинчатых, ячеистых катализаторов	3	–	7	–	ПК-3	ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5
6.	Реологические аспекты в технологии катализаторов	2	3	7	–	ПК-3	ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5
7.	Аппаратное и методическое обеспечение технологии катализаторов	2	3	7	–	ПК-3	ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5
8.	Этапы разработки продукции. Технологическая документация. Основные задачи технологов	2	3	–	–	ПК-3	ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Характеристика катализаторных производств, технологических процессов, сырья и продукции; технические характеристики и предъявляемые требования.</u></p> <p>Общая технологическая схема. Типы контактных аппаратов. Основные требования к оборудованию. Основные требования к катализаторам при эксплуатации в промышленных реакторах. Состав промышленных контактных масс. Пористая структура контактных масс. Способы производства контактных масс.</p>	1	ЛВ
2	<p><u>Основные технологические стадии как этапы формирования свойств носителей и катализаторов; управляющие воздействия и пооперационный контроль.</u></p> <p>Основные процессы в производстве катализаторов. Методы пропитки. Характеристика и способы производства важнейших носителей.</p>	2	ЛВ
3	<p><u>Традиционные технологии: смешения, осаждения, нанесения, терморазложения солей; технологии металлических катализаторов, цеолитов, активных углей.</u></p> <p>Основные этапы метода механического смешения, важнейшие стадии, определяющие свойства получаемых катализаторов. Взаимозависимость всех стадий этого метода. Достоинства и недостатки метода. Примеры синтеза катализаторов и носителей методом смешения.</p>	1	ЛВ
3	<p><u>Традиционные технологии: смешения, осаждения, нанесения, терморазложения солей; технологии металлических катализаторов, цеолитов, активных углей.</u></p> <p>Основные этапы синтеза катализаторов методом осаждения. Осажденные контактные массы. Достоинства и недостатки метода. Примеры синтеза катализаторов и носителей методом осаждения.</p>	1	ЛВ
3	<p><u>Традиционные технологии: смешения, осаждения, нанесения, терморазложения солей; технологии металлических катализаторов, цеолитов, активных углей.</u></p> <p>Основные этапы получения нанесенных катализаторов, важнейшие стадии, определяющие свойства получаемых катализаторов. Взаимозависимость всех стадий этого метода. Достоинства и недостатки</p>	1	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	метода. Примеры синтеза нанесенных катализаторов. Природные катализаторы и их активация. Цеолиты в катализе. Цеолит со структурой шабазита.		
4	<u>Технологии, основанные на механохимической активации, термохимической активации, золь-гель переходе.</u> Механическая активация в технологии катализаторов. Золи в катализе. Методы получения золь гидроксидов и оксидов. Физико-химические аспекты золь-гель метода осаждения.	3	ЛВ
5	<u>Технологии сферических, блочных, пластинчатых, ячеистых катализаторов.</u> Блочные катализаторы сотовой структуры. Блочные пластинчатые катализаторы. Блочные катализаторы ячеистой структуры.	3	ЛВ
6	<u>Реологические аспекты в технологии катализаторов.</u> Основы реологии формовочных масс для экструзии. Основные положения и реологические модели. Методы измерения реологических свойств. Требования к формовочным массам для экструзии. Влияние ПАВ на свойства формовочных масс.	2	ЛВ
7	<u>Аппаратное и методическое обеспечение технологии катализаторов.</u> Реакторы для жидкофазных процессов. Аппараты для сгущения и разделения суспензий. Оборудование для сушки и термообработки. Механическая обработка материалов.	2	ЛВ
8	<u>Этапы разработки продукции. Технологическая документация. Основные задачи технологов.</u> ЕСТД, ЕСКД, требования и порядок разработки технологической и конструкторско-технологической документации на катализаторы (маршрутно-технологическая карта, технологический регламент, технологический процесс, паспорт, технические условия).	2	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*	
2	Возможности регулирования свойств продукции условиями проведения технологических операций	3	3	Групповая дискуссия
3	Разработка, сырьевое и аппаратное описание схем различного типа применительно к технологиям смешанных, нанесенных, осажденных носителей и катализаторов, области их приоритетного применения	3	3	Компьютерная симуляция
4	Разработка, сырьевое и аппаратное описание схем различного типа применительно к технологиям, основанным на механохимической активации, термохимической активации, золь-гель переходе	3	3	Компьютерная симуляция
6	Определение реологических и физико-механических свойств контактных масс	3	3	Компьютерная симуляция
7	Расчет механической прочности материала	3	3	Компьютерная симуляция
8	Формирование комплектов технологической и конструкторско-технологической документации на разрабатываемую и на выпускаемую продукцию	3	3	Компьютерная симуляция

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
1	Контролируемые показатели качества продукции технологической схемы производства носителей, катализаторов	7	3	Групповая дискуссия
2	Носители гетерогенных катализаторов. Производство активной окиси алюминия. Производство цеолитов	8	3	Групповая дискуссия
3	Синтез оксидных и смешанных катализаторов	9	3	Групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
4	Технологии катализаторов: гидротермальный синтез, молекулярное наслаивание, соосаждение, золь-гель, механохимический синтез, термохимический синтез, темплатный синтез.	9	3	Групповая дискуссия
5	Технология производства металлнанесенных блочных катализаторов	7	3	Групповая дискуссия
6	Определение реологических характеристик паст для экструзии	7	3	Групповая дискуссия
7	Исследование процесса таблетирования гранул катализатора	7	–	Групповая дискуссия

#### 4.4. Самостоятельная работа.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Организация производства катализаторов	40	Устный или письменный опрос
2	Основные стадии и технологические схемы получения катализаторов процессов ТНВ	20	Устный или письменный опрос
2	Основные стадии и технологические схемы получения катализаторов нефтехимии и нефтепереработки	20	Устный или письменный опрос
4	Современные технологии носителей и катализаторов гидропроцессов	29	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 экзамена (3 семестр) и защиты курсовой работы (3 семестр).

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

1. Каталитический реформинг бензинов прямой гонки. Катализаторы, состав сырья, продуктов, особенности осуществления в промышленности.
2. Цеолиты, их строение, химический состав, свойства. Цеолитсодержащие катализаторы, их состав и катализируемые реакции.

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 «удовлетворительно».

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

### **а) печатные издания:**

1. 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
2. Сибаров, Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы: Учебное пособие / Д.А. Сибаров, Д.А. Смирнова. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2016. – 200 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-2158-9
3. 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
4. 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. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. – 896 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-1662-2
5. Мальцева, Н.В. Получение блочных катализаторов конверсии углеводородов: методические указания / Н.В. Мальцева, С.А. Лаврищева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 36 с.
6. Власов, Е.А. Получение катализаторов методом пропитки пористых носителей: методические указания к лабораторной работе / Е.А. Власов, К.В. Семикин, Д.А. Смирнова, Н.В. Кузичкин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра ресурсосберегающих технологий. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2015. – 31 с.

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

7. 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. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. – 896 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-1662-2 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: по подписке.
8. Потехин, В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата: Учебник для бакалавров и магистров по направлению «Химическая технология» / В.М. Потехин. – 3-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. – 712 с. – (Высшее

образование). – ISBN 978-5-8114-4769-5 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: по подписке.

9. 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.

10. Мальцева, Н.В. Получение блочных катализаторов конверсии углеводородов: методические указания / Н.В. Мальцева, С.А. Лаврищева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 36 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

11. Власов, Е.А. Получение катализаторов методом пропитки пористых носителей: методические указания к лабораторной работе / Е.А. Власов, К.В. Семикин, Д.А. Смирнова, Н.В. Кузичкин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра ресурсосберегающих технологий. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2015. – 31 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

## **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 «Технологии носителей и катализаторов» 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.

СТО СПбГТИ(ТУ) 044–2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

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 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 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 ТЗ;
- 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-60Н;
- 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 учебный 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  
«Технологии носителей и катализаторов»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-3</b>	<b>Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в проектной, научно-исследовательской и расчётно-аналитической деятельности в области разработки катализаторов и каталитических процессов на их основе</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)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-3.4</b> Носители промышленных катализаторов	<b>Знает</b> физико-химические и структурно-прочностные характеристики носителей, применяемых для производства катализаторов методом пропитки и технологии их изготовления	Вопросы к экзамену № 1-36, выполнение курсовой работы	С ошибками способен физико-химические и структурно-прочностные характеристики носителей, применяемых для производства катализаторов методом пропитки и технологии их изготовления	С помощью преподавателя ,способен рассказать физико-химические и структурно-прочностные характеристики носителей, применяемых для производства катализаторов методом пропитки и технологии их изготовления	Самостоятельно способен рассказать физико-химические и структурно-прочностные характеристики носителей, применяемых для производства катализаторов методом пропитки и технологии их изготовления
	<b>Умеет</b> рассчитывать технологические потоки в производстве носителей с заданными характеристиками	Вопросы к экзамену № 1-36, выполнение курсовой работы	С ошибками способен рассчитывать технологические потоки в производстве носителей с заданными характеристиками	С помощью преподавателя способен рассчитывать технологические потоки в производстве носителей с заданными характеристиками	Способен рассчитывать технологические потоки в производстве носителей с заданными характеристиками
	<b>Владеет</b> навыками целенаправленного регулирования характеристик носителей	Вопросы к экзамену № 1-36, выполнение курсовой работы	С ошибками может осуществить целенаправленное регулирование характеристик носителей	При консультации преподавателя может осуществить целенаправленное регулирование характеристик носителей	Самостоятельно может осуществить целенаправленное регулирование характеристик носителей

<b>ПК-3.5</b> Катализаторы, приготовленные методом пропитки	<b>Знает</b> технологии приготовления пропиточных растворов, условия пропитки и закрепления активных компонентов на внешней и внутренней поверхности катализатора	Вопросы к экзамену № 1-36, выполнение курсовой работы	С ошибками перечисляет технологии приготовления пропиточных растворов, условия пропитки и закрепления активных компонентов на внешней и внутренней поверхности катализатора	С помощью преподавателя рассказывает технологии приготовления пропиточных растворов, условия пропитки и закрепления активных компонентов на внешней и внутренней поверхности катализатора	Рассказывает технологии приготовления пропиточных растворов, условия пропитки и закрепления активных компонентов на внешней и внутренней поверхности катализатора
	<b>Умеет</b> рассчитывать материальные и тепловые балансы в производстве катализаторов методом пропитки	Вопросы к экзамену № 1-36, выполнение курсовой работы	С ошибками рассчитывает материальные и тепловые балансы в производстве катализаторов методом пропитки	С помощью преподавателя рассчитывает материальные и тепловые балансы в производстве катализаторов методом пропитки	Самостоятельно рассчитывает материальные и тепловые балансы в производстве катализаторов методом пропитки
	<b>Владеет</b> навыками составления технологической документации для промышленного производства пропиточных катализаторов	Вопросы к экзамену № 1-36, выполнение курсовой работы	С ошибками составляет технологическую документацию для промышленного производства пропиточных катализаторов	При консультации преподавателя может составить технологическую документацию для промышленного производства пропиточных катализаторов	Самостоятельно может составить технологическую документацию для промышленного производства пропиточных катализаторов
<b>ПК-3.6</b> Катализаторы, приготовленные методом смешения	<b>Знает</b> современные технологии приготовления катализаторов методом смешения	Вопросы к экзамену № 1-36, выполнение курсовой работы	С ошибками рассказывает современные технологии приготовления катализаторов методом смешения	С помощью преподавателя рассказывает современные технологии приготовления катализаторов методом смешения	Самостоятельно рассказывает современные технологии приготовления катализаторов методом смешения

	<b>Умеет</b> рассчитывать материальные и тепловые балансы в производстве катализаторов методом смешения	Вопросы к экзамену № 1-36, выполнение курсовой работы	С ошибками рассчитывает материальные и тепловые балансы в производстве катализаторов методом смешения	С помощью преподавателя рассчитывает материальные и тепловые балансы в производстве катализаторов методом смешения	Самостоятельно рассчитывает материальные и тепловые балансы в производстве катализаторов методом смешения
	<b>Владеет</b> навыками составления технологической документации для промышленного производства катализаторов методом смешения	Вопросы к экзамену № 1-36, выполнение курсовой работы	С ошибками может составить технологическую документацию для промышленного производства катализаторов методом смешения	При консультации преподавателя может составить технологическую документацию для промышленного производства катализаторов методом смешения	Самостоятельно может составить технологическую документацию для промышленного производства катализаторов методом смешения

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы и в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

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

#### **3.1 Типовые контрольные вопросы к экзамену**

##### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:**

1. Сформулируйте основные эксплуатационные характеристики катализаторов.
2. Перечислите и охарактеризуйте типы пористых структур катализаторов (носителей).
3. Основные этапы производства катализаторов.
4. Охарактеризуйте стадии технологии производства осажденных катализаторов.
5. Перечислите виды контактных аппаратов и дайте характеристику каждому типу.
6. Виды пропитки носителей при производстве нанесенных катализаторов.
7. Коагуляция в капле как способ формовки катализаторов.
8. Сформулируйте способы активации цеолитов.
9. Основные требования, предъявляемые к катализаторам.
10. Отравление катализаторов.
11. Промоторы. Их влияние на свойства катализаторов.
12. Типы современных носителей и требования, предъявляемые к ним.
13. Факторы, влияющие на пористую структуру катализатора.
14. Способы компактирования контактных масс.
15. Получение контактных масс методом осаждения.
16. Получения контактных масс методом влажного смешения.
17. Получение контактных масс методом сухого смешения.
18. Метод приготовления катализатора плавлением.
19. Стадии метода осаждения, позволяющие регулировать пористую структуру катализаторов.
20. Стадии процесса приготовления катализаторов методом нанесения.
21. Характеристики катализатора, влияющие на гидравлическое сопротивление слоя.
22. Основные марки катализаторов в ТНВ.
23. Технология катализаторов ГИАП-3-6Н и ГИАП-16.
24. Катализаторы, используемые в процессе конверсии СО.
25. Технология катализатора СТК.
26. Технология катализатора НТК-4.
27. Схема восстановления катализатора НТК-4.
28. Технология катализатора СМС-4.
29. Технология катализатора СНМ-1.
30. Технология катализатора АВК-10.
31. Технология катализатора АПК-2.
32. Характеристики ванадиевых контактных масс.
33. Технология контактной массы БАВ.
34. Технология контактной массы СВД.
35. Технология контактной массы СВС.
36. Технология контактной массы КС.

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

#### **4. Темы курсовых работ.**

1. Технология катализаторов дегидрирования предельных углеводородов.
2. Технология катализаторов крекинга нефтепродуктов.
3. Технология катализаторов синтеза аммиака
4. Технология катализаторов окисления диоксида серы.

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