

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 23.05.2022 11:30:02  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Врио проректора по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Технология катализаторов**

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы бакалавриата

**«Химическая технология неорганических веществ»**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Технология катализаторов» обсуждена на заседании кафедры Общей химической технологии и катализа  
протокол от «13» мая 2021 г. № 9

Заведующий кафедрой

А.Ю. Постнов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета Химии веществ и материалов  
протокол от «20» мая 2021 г. № 8

Председатель

С.Г. Изотова

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		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.....	06
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	010
3. Объем дисциплины .....	010
4. Содержание дисциплины .....	011
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	011
4.2. Занятия лекционного типа.....	011
4.3. Занятия семинарского типа .....	012
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	012
4.3.2. Лабораторные занятия .....	012
4.4. Самостоятельная работа .....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	14
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	14
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	15
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	16
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	16
10.1. Информационные технологии .....	16
10.2. Программное обеспечение .....	16
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	16
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	17
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 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-2</b> Способен использовать знания о составе, технологии производства и оценки качества производимой продукции.</p>	<p><b>ПК-2.5</b> Разработка новых и совершенствование существующих носителей и катализаторов</p>	<p><b>Знать:</b> – современные показатели технического уровня технологических решений; – требования и порядок разработки и оформления технологической документации и паспортизации продукции с учетом обеспечения патентной чистоты новых проектных решений; <b>Уметь:</b> – выявлять критерии патентоспособности технологических разработок; – работать с нормативными изданиями, технологической и конструкторской документацией и разрабатывать ее; <b>Владеть:</b> – навыками выявления существенных отличий новых решений от известных аналогов, оценки патентной чистоты и технического уровня разработки; – навыками разработки проектов технологической и конструкторской документации на экспериментальную продукцию.</p>
	<p><b>ПК-2.6</b> Оценка качества оксидов и гидроксидов алюминия</p>	<p><b>Знать:</b> – основные свойства гидроксидов и оксидов алюминия; – методы оценки характеристик гидроксидов и оксидов алюминия; <b>Уметь:</b> – определять фазовый состав и дисперсность гидроксидов и оксидов алюминия по данным методов рентгенофазового и термического анализа; – вычислять величины удельной поверхности и объема</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		<p>пор по данным исследования пористой структуры;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками определения характеристик пористой структуры и прочности гранул оксидов и гидроксидов алюминия;</li> <li>– навыками определения кислотно-основных свойств поверхности оксидов и гидроксидов алюминия.</li> </ul>
<p><b>ПК-4</b> Способен анализировать причины брака и выпуска продукции низкого качества, разрабатывать мероприятия по его предупреждению</p>	<p><b>ПК-4.1</b> Применение знаний о составе, технологии изготовления и показателям качества носителей и катализаторов при их разработке и производстве</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– требования к показателям качества носителей и катализаторов, методам их оценки;</li> <li>– методы, средства и порядок технологического контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов при их разработке и производстве;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять обоснованный выбор технологических условий синтеза катализаторов традиционными и усовершенствованными методами;</li> <li>– обеспечивать контроль технологического процесса и качества катализаторов;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками контроля технологического процесса и качества катализаторов;</li> <li>– навыками разработки предложений по предупреждению и устранению брака в производстве.</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p><b>ПК-4.2</b> Теоретические основы технологии оксидов и гидроксидов алюминия</p>	<p><b>Знать:</b> – сырьевую базу в технологии гидроксидов и оксидов алюминия, модификации гидроксидов и оксидов алюминия; <b>Уметь:</b> – выбирать нужную модификацию гидроксидов и оксидов алюминия в зависимости от целевого применения; <b>Владеть:</b> – навыками сопоставительного анализа сырья и продуктов технологии гидроксидов и оксидов алюминия.</p>
	<p><b>ПК-4.3</b> Технологии производства оксидов и гидроксидов алюминия</p>	<p><b>Знать:</b> – промышленные технологии получения гидроксидов и оксидов алюминия; – основные закономерности технологии получения формованных продуктов на основе гидроксидов и оксидов алюминия; <b>Уметь:</b> – рассчитывать материальный баланс получения гидроксидов и оксидов алюминия; – рассчитывать технологические параметры формования гранул гидроксида алюминия; <b>Владеть:</b> – навыками получения гидроксидов алюминия различными методами; – навыками получения сорбентов или носителей на основе оксида алюминия.</p>
	<p><b>ПК-4.4</b> Управление процессами технологии оксидов и гидроксидов алюминия с целью обеспечения заданных свойств продуктов</p>	<p><b>Знать:</b> – взаимосвязь между условиями получения гидроксидов и оксидов алюминия и конечными характеристиками продуктов; <b>Уметь:</b> – подбирать условия ведения процессов получения гидроксидов и оксидов алюминия с целью обеспечения</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		заданных свойств; <b>Владеть:</b> – навыками управления процессами получения гидроксидов и оксидов алюминия.

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

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.01.01), и изучается на 5 курсе (зимняя и летняя сессии).

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Гетерогенные процессы технологии неорганических веществ», «Научные основы катализа и адсорбции». Полученные в процессе изучения дисциплины «Технология катализаторов» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, 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>5/180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>16</b>
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.:	10
семинары, практические занятия (в т.ч. на практическую подготовку)	4(4)
лабораторные работы	6(6)
курсовое проектирование (КР или КП)	2
КСР	–
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>155</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (К/р, реферат, РГР, эссе)	3 Кр
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КП, экзамен/9</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.	Цели и задачи технологии катализаторов. Классификация технологических схем	1	-	-	30	ПК-2 ПК-4	ПК-2.5 ПК-2.6 ПК-4.1
2.	Влияние параметров технологических стадий на свойства катализаторов	1	-	6	30	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2
3.	Меры и средства по обеспечению качества технологии и продукции	-	2	-	30	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-4.4
4.	Требования и порядок разработки катализаторов и технологии их производства	2	2	-	30	ПК-2	ПК-2.5
5.	Современные тенденции технологии катализаторов и требования к техническому уровню	-	-	-	35	ПК-4	ПК-4.1

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Цели и задачи технологии катализаторов. Классификация технологических схем.</u> Основные понятия, цели и задачи технологии катализаторов. Классификация технологических решений и схем.	1	ЛВ
2	<u>Влияние параметров технологических стадий на свойства катализаторов.</u> Технологические приемы регулирования свойств носителей, катализаторов	1	ЛВ
4	<u>Требования и порядок разработки катализаторов и технологии их производства.</u> ЕСТД, ЕСКД, требования и порядок разработки технологической и конструкторско-технологической документации на катализаторы (маршрутно-технологическая карта, технологический	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	регламент, технологический процесс, паспорт, технические условия).		

### 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*	
3	Разработка процедуры, выбор методов и средств контроля сырья и продукции (носителей, катализаторов). Примеры универсальных гибких промышленных технологий носителей и катализаторов с высоким уровнем унификации и автоматизации	2	2	
4	Постановка и решение задачи и разработки технологии носителей и катализаторов. Формирование комплексного плана разработки. Оценка критерия технологичности продукции	2	2	

#### 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*	
2	Оптимизация условий приготовления носителей и катализаторов в рамках технологии смешения в сочетании с нанесением и осаждением	6	6	Групповая дискуссия

### 4.4. Самостоятельная работа.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Физико-химические основы технологических стадий и их аппаратного решения. Требования к исходному сырью и материалу оборудования. Технологические и принципиальные схемы в технологии катализаторов, носителей катализаторов и сорбентов. Характерные элементы технологии катализаторов: гидротермальный синтез; соосаждение; золь-гель синтез; механохимическая активация;	30	Контрольная работа №1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	термохимическая активация; темплатный синтез		
2	Технологические приемы регулирования свойств носителей, катализаторов при их приготовлении различными способами и с различным формообразованием (порошки, волокна, пленки, покрытия, гранулы, блоки сотовой структуры, гибкие эластичные и специальные конструктивные элементы). Физико-химические и технологические основы регулирования пористой структуры носителей: силикагеля, оксида алюминия, алюмосиликата, цеолитов, активного угля	15	Контрольная работа №2
2	Физико-химические и технологические основы регулирования пористой структуры оксидных носителей и катализаторов – индивидуальных и смешанных: железа, кобальта, циркония, церия, хрома, марганца и др.	10	Контрольная работа №2
2	Физико-химические и технологические основы введения добавок: промоторов, активаторов, модифицирующих и стабилизирующих, упрочняющих носители и катализаторы	5	Контрольная работа №2
3	Методы контроля исходного сырья и полупродуктов технологии катализаторов: окисления SO <sub>2</sub> , окисления CO, катализаторов очистки от оксидов азота, разложения азота.	10	Контрольная работа №3
3	Методы контроля исходного сырья и полупродуктов технологии катализаторов: исследование поверхностных кислотно-основных свойств, определение реологических характеристик. механической прочности. Рентгеноструктурный анализ, дериватография, инфракрасная спектроскопия, электронная микроскопия, адсорбция.	10	Контрольная работа №3
3	Возможные нештатные ситуации при производстве носителей и катализаторов, меры их предотвращения или устранения	10	Контрольная работа №3
4	Система менеджмента управления качеством применительно к технологии катализаторов. Принципы управления качеством катализаторов. Содержание требований стандарта ISO 9000:2000.	10	Выполнение курсового проекта
4	Паспортизация носителей и катализаторов. Необходимый и достаточный уровень отработки технологии для каталогизации и государственной регистрации ее продукции. Примеры разработки технологического регламента, технических условий, каталожной карточки	10	Выполнение курсового проекта
4	ЕСТД и ЕСКД применительно к технологии катализаторов	10	Выполнение курсового

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
			проекта
5	Современные тенденции технологии, ее ассортиментного расширения, сырьевого обеспечения, снижения отходности, повышения экологичности, обеспечения патентной чистоты и патентоспособности показателей технического уровня новых технологий.	10	Контрольная работа №3
5	Современное состояние и направления развития технологии катализаторов гидроочистки, гидрирования, дегидрирования, изомеризации	10	Контрольная работа №3
5	Критерии и способы отнесения каталитических продукции и технологии к «ноу-хау», объекту промышленной собственности. Принципы и правила технологической конфиденциальности. Оценка современного технического уровня каталитических технологий основных носителей и катализаторов	15	Контрольная работа №3

#### **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 защиты курсового проекта и экзамена.

Курсовой проект предусматривает проверку освоения практических навыков, предусмотренных компетенциями.

Примерные темы курсового проекта:

1. Технологическая схема производства катализатора паровой конверсии СО.
2. Технологическая схема синтеза катализатора алкилирования изобутана бутеном.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами для проверки знаний.

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

##### Вариант № 1

1. Основные понятия, цели и задачи технологии катализаторов. Технологическая схема производства силикагеля.
2. ЕСТД: требования и порядок разработки маршрутно-технологической карты на примере Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-катализатора окисления аммиака.

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. 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. – 2011. – 262 с. – ISBN 978-5-7692-1185-0

2. Мальцева, Н.В. Исследование влагопоглощительной способности катализаторов: методические указания / Н.В. Мальцева, Т.А. Вишневская, Ю.В. Александрова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 49 с.

3. 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.

4. Мальцева, Н.В. Определение механической прочности наноструктурированных пористых тел: катализаторов, носителей и сорбентов: методические указания к лабораторным работам / Н.В. Мальцева, Ю.В. Александрова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 58 с.

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

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. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

6. Мальцева, Н.В. Получение катализаторов в виде тонкослойных покрытий металлических и керамических носителей: методические указания / Н.В. Мальцева, А.Ю. Постнов, Т.А. Вишневская; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 62 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

7. Мальцева, Н.В. Определение механической прочности наноструктурированных пористых тел: катализаторов, носителей и сорбентов: методические указания к лабораторным работам / Н.В. Мальцева, Ю.В. Александрова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 58 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – 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 «Технология катализаторов» 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.

СТО СПбГТИ 020–2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные 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 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 виртуальной среды обучения LMS Moodle.

#### **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.

**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  
«Технология катализаторов»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-2</b>	<b>Способен использовать знания о составе, технологии производства и оценки качества производимой продукции</b>	промежуточный
<b>ПК-4</b>	<b>Способен анализировать причины брака и выпуска продукции низкого качества, разрабатывать мероприятия по его предупреждению</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-2.5</b> Разработка новых и совершенствование существующих носителей и катализаторов	<b>Знает</b> современные показатели технического уровня технологических решений	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	Перечисляет основные показатели промышленных катализаторов, входящих в паспорт продукта	Грамотно осуществляет выбор показателей, определяющих конкурентную способность катализатора	Указывает допустимые диапазоны показателей функционирования катализаторов
	<b>Знает</b> требования и порядок разработки и оформления технологической документации и паспортизации продукции с учетом обеспечения патентной чистоты новых проектных решений	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	Перечисляет требования к технической документации на изготовленный продукт	Перечисляет нормативные документы, позволяющие определить патентную чистоту разработки	Перечисляет последовательность утверждения технологической документации на разработанный катализатор
	<b>Умеет</b> выявлять критерии патентоспособности технологических разработок	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	Осуществляет поверхностный патентный поиск (не более 5 лет, РФ)	Осуществляет глубокий патентный поиск (РФ и СССР)	Успешно осуществляет глобальный патентный поиск по теме технологической разработки
	<b>Умеет</b> работать с нормативными изданиями, технологической и конструкторской документацией и разрабатывать ее	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	По имеющейся нормативной документации определяет требования к сырью	По имеющейся нормативной документации осуществляет выбор основного оборудования	Разрабатывает перечень возможных неполадок и путей их устранения
	<b>Владеет</b> навыками выявления существенных отличий новых решений от известных аналогов, оценки патентной чистоты и технического уровня разработки	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	При выявлении отличий проектных решений некорректно выбирает прототип разработки	При выявлении отличий проектных решений не учитывает все известные аналоги	При выявлении отличий проектных решений корректно выбирает прототип разработки и учитывает все известные аналоги

	<b>Владеет</b> навыками разработки проектов технологической и конструкторской документации на экспериментальную продукцию	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	Разрабатывает технологическую схему производства катализатора	Разрабатывает проект технологической карты производства катализатора	Разрабатывает проект технологического регламента производства катализатора
<b>ПК-2.6</b> Оценка качества оксидов и гидроксидов алюминия	<b>Знает</b> основные свойства гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	Перечисляет основные характеристики гидроксидов и оксидов алюминия	Знает рациональные диапазоны изменения характеристик гидроксидов и оксидов алюминия	Приводит конкретные примеры взаимосвязи характеристик гидроксидов и оксидов алюминия
	<b>Знает</b> методы оценки характеристик гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	Перечисляет основные методы оценки характеристик гидроксидов и оксидов алюминия	Правильно выбирает методы оценки тех или иных характеристик гидроксидов и оксидов алюминия	Самостоятельно формулирует перечень характеристик и соответствующих методов их оценки
	<b>Умеет</b> определять фазовый состав и дисперсность гидроксидов и оксидов алюминия по данным методов рентгенофазового и термического анализа	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	Сопоставляет пики на дифрактограммах и эффекты на термических кривых с соответствующими им фазами	Успешно обрабатывает данные рентгенофазового и/или термического анализа с получением количественных оценок фазового состава	Формулирует выводы о составе и дисперсности образца по данным дифрактограммам и/или термоаналитическим кривым
	<b>Умеет</b> определять величины удельной поверхности и объема пор по данным исследования пористой структуры	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	Вычисляет с ошибками характеристики пористой структуры по данным экспериментов	Вычисляет характеристики пористой структуры по данным опытов с помощью преподавателя	Самостоятельно определяет характеристики пористой структуры из опытных данных
	<b>Владеет</b> навыками определения характеристик пористой структуры и прочности оксидов и гидроксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	Выполняет с ошибками определение параметров пористой структуры и прочности образца по указаниям	Демонстрирует хорошие навыки анализа пористой структуры и прочности по данному алгоритму	Демонстрирует понимание метода анализа и способность к самостоятельному его ведению
	<b>Владеет</b> навыками определения кислотно-основных свойств поверхности оксидов и гидроксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 44-71, выполнение курсового проекта	Выполняет с ошибками определение кислотно-основных свойств гидроксида или оксида алюминия по заданному алгоритму	Выказывает хорошие навыки получения гидроксида алюминия под руководством преподавателя	Демонстрирует понимание метода анализа и его сущности и способность к самостоятельному его ведению

<b>ПК-4.1</b> Применение знаний о составе, технологии изготовления и показателям качества носителей и катализаторов при их разработке и производстве	<b>Знает</b> требования к показателям качества носителей и катализаторов, методам их оценки	Вопросы к экзамену № 1-8, выполнение курсового проекта	Перечисляет показателям качества носителей и катализаторов и методы их оценки	Перечисляет достоинства и недостатки современных методов оценки качества носителей и катализаторов	Знает условия внедрения в аналитическую базу производства катализаторов высокотехнологичного оборудования
	<b>Знает</b> методы, средства и порядок технологического контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов при их разработке и производстве	Вопросы к экзамену № 38-43, выполнение курсового проекта	Перечисляет методы, средства и порядок технологического контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов	Перечисляет преимущества и недостатки различных методов и средств контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов	Перечисляет передовое аналитическое оборудование, которое может быть рекомендовано к внедрению
	<b>Умеет</b> выполнять обоснованный выбор технологических условий синтеза катализаторов традиционными и усовершенствованными методами	Вопросы к экзамену № 9-37, выполнение курсового проекта	Выполняет обоснованный выбор технологических условий синтеза катализаторов традиционными методами	Выполняет обоснованный выбор технологических условий синтеза катализаторов с применением усовершенствованных методов	Прогнозирует изменение технологических условий синтеза при изменении качества сырья
	<b>Умеет</b> обеспечивать контроль технологического процесса и качества катализаторов	Вопросы к экзамену № 9-37, выполнение курсового проекта	Составляет схему контроля параметров технологического процесса	Выбирает оборудование для автоматизированного контроля процесса	Составляет блок-схему интеллектуального контроля процесса
	<b>Владеет</b> навыками контроля технологического процесса и качества катализаторов	Вопросы к экзамену № 9-37, выполнение курсового проекта	Выбирает диапазоны изменения управляющих параметров технологического процесса с малыми погрешностями	Выбирает истинные диапазоны изменения управляющих параметров технологического процесса	Разрабатывает план мероприятий по усовершенствованию схемы контроля управляющих параметров процесса
	<b>Владеет</b> навыками разработки предложений по предупреждению и устранению брака в производстве	Вопросы к экзамену № 9-37, выполнение курсового проекта	Составляет перечень возможных неполадок и вероятных аварийных ситуаций	Составляет иерархию отказов и рассчитывает вероятность технологических отказов и аварийных ситуаций	Разрабатывает стратегию снижения вероятности отказов и возможных аварийных ситуаций
<b>ПК-4.2</b> Теоретические	<b>Знает</b> сырьевую базу в технологии гидроксидов и	Вопросы к экзамену № 1-43,	Перечисляет основные виды	Знает химический состав различных видов	Знает преимущества и недостатки различного

основы технологии оксидов и гидроксидов алюминия	оксидов алюминия	выполнение курсового проекта	алюминийсодержащего сырья	алюминийсодержащего сырья	сырья и особенности его переработки в зависимости от состава
	<b>Знает</b> модификации гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	Перечисляет основные модификации гидроксидов и оксидов алюминия	Различает модификации гидроксидов и оксидов алюминия	Знает особенности кристаллической структуры гидроксидов и оксидов алюминия
	<b>Умеет</b> выбирать нужную модификацию гидроксидов и оксидов алюминия в зависимости от целевого применения	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	Знает основные области применения оксидов и гидроксидов алюминия	Обосновывает причины того или иного применения данной модификации оксида или гидроксида алюминия	Правильно выбирает модификацию оксида или гидроксида алюминия, соответствующую назначению
	<b>Владеет</b> навыками сопоставительного анализа сырья и продуктов технологии гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	С ошибками сопоставляет алюминийсодержащее сырье и способы его переработки	Корректно сопоставляет алюминийсодержащее сырье и способы его переработки	Способен самостоятельно анализировать виды сырья и предлагать оптимальные способы их переработки
<b>ПК-4.3</b> Технологии производства оксидов и гидроксидов алюминия	<b>Знает</b> промышленные технологии получения гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	Перечисляет основные технологии получения оксидов и гидроксидов алюминия	Знает преимущества и недостатки различных технологий получения оксидов и гидроксидов алюминия	Правильно определяет влияние условий получения гидроксида алюминия на свойства продукта
	<b>Знает</b> основные закономерности технологии получения формованных продуктов на основе гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	Перечисляет методы формования гранул гидроксида алюминия	Знает преимущества и недостатки различных методов формования гидроксида алюминия	Правильно определяет влияние условий формования гидроксида алюминия на свойства продукта
	<b>Умеет</b> рассчитывать материальный баланс получения гидроксидов и оксидов алюминия различными методами	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	Ведет расчет показателей процесса получения гидроксидов и оксидов алюминия с допущением ошибок	Рассчитывает материальный баланс процесса без ошибок	Успешно формулирует выводы по рассчитанному материальному балансу процесса
	<b>Умеет</b> рассчитывать технологические параметры формования гранул гидроксида алюминия	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	С ошибками ведет расчет параметров формования гидроксида алюминия	Рассчитывает показатели процесса формования без ошибок	Успешно формулирует выводы по результатам расчета показателей процесса

	<b>Владеет</b> навыками получения гидроксидов алюминия различными методами	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	Выполняет с ошибками синтез гидроксида алюминия по заданному алгоритму действий	Демонстрирует хорошие навыки получения гидроксида алюминия по указаниям преподавателя	Демонстрирует понимание процесса и способность к самостоятельному его ведению
	<b>Владеет</b> навыками получения сорбентов или носителей на основе оксида алюминия	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	Выполняет с ошибками формование гидроксида алюминия	Демонстрирует хорошие навыки формования гидроксида алюминия по алгоритму действий	Самостоятельно ведет формование гидроксида алюминия
<b>ПК-4.4</b> Управление процессами технологии оксидов и гидроксидов алюминия с целью обеспечения заданных свойств продуктов	<b>Знает</b> взаимосвязь между условиями получения гидроксидов и оксидов алюминия и конечными характеристиками продуктов	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	Знает рациональные диапазоны параметров синтеза и обработки гидроксида алюминия, при которых образуется продукт с заданными характеристиками	Различает процессы, протекающие при получении и термообработке гидроксида алюминия в данных условиях, и их влияние на продукт	Знает сущность и причины генезиса фазового состава и пористой структуры при получении гидроксида алюминия и его термообработке
	<b>Умеет</b> подбирать условия ведения процессов получения гидроксидов и оксидов алюминия с целью обеспечения заданных свойств	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	С ошибками подбирает условия ведения процессов получения гидроксидов алюминия	Подбирает условия ведения синтеза гидроксида алюминия по указаниям преподавателя	Самостоятельно подбирает условия ведения процессов получения гидроксидов алюминия
	<b>Владеет</b> навыками управления процессами получения гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 1-43, выполнение курсового проекта	Управляет процессами получения гидроксидов алюминия с ошибками	Демонстрирует хорошие навыки управления процессами получения гидроксидов алюминия	Способен самостоятельно управлять процессами получения гидроксидов алюминия

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта 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-4:**

1. Основные понятия, цели и задачи технологии катализаторов. Технологические схемы производства силикагеля.
2. Основные понятия, цели и задачи технологии катализаторов. Технологические схемы производства активного оксида алюминия.
3. Основные понятия, цели и задачи технологии катализаторов. Технологические схемы производства цеолитов.
4. Основные понятия, цели и задачи технологии катализаторов. Технологические схемы производства смешанных катализаторов.
5. Основные понятия, цели и задачи технологии катализаторов. Технологические схемы производства нанесенных катализаторов
6. Основные понятия, цели и задачи технологии катализаторов. Технологические схемы производства осажденных катализаторов.
7. Классификация технологических решений и схем. Примеры технологий носителей и катализаторов.
8. Требования к исходному сырью и материалу оборудования.
9. Области приоритетного применения схем различного типа применительно к технологиям смешанных, нанесенных, осажденных носителей и катализаторов.
10. Технологии катализаторов: гидротермальный синтез.
11. Технологии катализаторов: молекулярное наслаивание – особенности, стадии и возможности регулирования свойств.
12. Технологии катализаторов: соосаждение – особенности, стадии и возможности регулирования свойств.
13. Технологии катализаторов: золь-гель – особенности, стадии и возможности регулирования свойств.
14. Технологии катализаторов: механохимический синтез – особенности, стадии и возможности регулирования свойств.
15. Технологии катализаторов: термохимический синтез – особенности, стадии и возможности регулирования свойств.
16. Технологии катализаторов: темплатный синтез – особенности, стадии и возможности регулирования свойств.
17. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства алюмооксидных носителей и технологические приемы их регулирования.
18. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства алюмосиликатных носителей и технологические приемы их регулирования.
19. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства цеолитов и технологические приемы их регулирования.
20. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства смешанных катализаторов и технологические приемы их регулирования.
21. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства нанесенных катализаторов и технологические приемы их регулирования.
22. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства осажденных катализаторов и технологические приемы их регулирования.
23. Особенности приготовления таблетированных, экструдированных, агломерированных носителей и катализаторов в рамках технологии смешения в сочетании с технологиями нанесения и осаждения.
24. Особенности требований и технологии носителей и катализаторов в виде порошков, микросфер, волокон.

25. Особенности требований и технологии, аппаратное обеспечение носителей и катализаторов в виде пленок, тонкослойных покрытий.

26. Особенности требований и технологии носителей и катализаторов в виде гранул различной формы и блоков сотовой структуры.

27. Особенности требований и технологии носителей и катализаторов специальных форм - гибкие эластичные и специальные конструктивные элементы.

28. Физико-химические основы технологической стадии диспергирования, виды диспергирования и их аппаратное решение.

29. Особенности и сравнительная характеристика механического и термодиспергирования.

30. Физико-химические основы и приемы регулирования свойств носителей и катализаторов на стадии нанесения активных компонентов.

31. Физико-химические основы и приемы регулирования свойств носителей и катализаторов на термических стадиях.

32. Физико-химические и технологические основы регулирования пористой структуры оксидных носителей и катализаторов – индивидуальных и смешанных.

33. Физико-химические и технологические основы введения добавок промоторов, активаторов

34. Физико-химические и технологические основы введения модифицирующих и стабилизирующих добавок, упрочняющих носители и катализаторы

35. Физико-химические и технологические основы введения добавок, упрочняющих носители и катализаторы.

36. Катализаторы, содержащие благородные металлы. Особенности технологии, условия стадии восстановления.

37. Возможные нештатные ситуации при производстве носителей и катализаторов, меры их предотвращения или устранения.

38. Порядок, методы и средства входного и технологического контроля сырья и продукции из традиционных и нетрадиционных видов сырья.

39. Методы и средства контроля в производстве катализаторов окисления диоксида серы; катализаторов окисления оксида углерода; катализаторов очистки от оксидов азота из традиционных и нетрадиционных видов сырья

40. Методы и средства контроля в производстве катализаторов окисления углерода из традиционных и нетрадиционных видов сырья.

41. Исследование реологических характеристик, механической прочности, дифференциальный термический анализ, рентгенофазовый анализ как методы обеспечения качества технологической разработок.

42. Исследование поверхностных кислотно-основных свойств, инфракрасная спектроскопия; электронная микроскопия; адсорбция как методы обеспечения качества технологической разработок.

43. Методическое, аппаратное и приборное обеспечение контроля эксплуатационных каталитических характеристик

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

44. Система менеджмента управления качеством применительно к технологии катализаторов.

45. Принципы управления качеством катализаторов. Содержание требований стандарта ISO 9000:2000.

46. Требования унификации, автоматизации, гибкости технологии катализаторов и область их применения.

47. Единая система технологической документации ЕСТД применительно к технологии катализаторов.

48. Единая система конструкторской документации ЕСКД применительно к носителям и катализаторам
49. Требования и порядок разработки технологической и конструкторско-технологической документации на катализаторы
50. Технологическая документация на носители и катализаторы (маршрутно-технологическая карта, технологическая инструкция, технологический регламент).
51. Конструкторско-технологическая документация на носители и катализаторы (технические предложения, техпроцесс, технические условия, паспорт).
52. Постановка и решение задачи и разработки технологии носителей и катализаторов.
53. Формирование комплектов технологической и конструкторско-технологической документации на разрабатываемую продукцию и на выпускаемую действующей технологией.
54. Формирование комплексного плана разработки катализатора.
55. Формирование единого плана подготовки производства катализаторов.
56. Критерии технологичности продукции катализаторных производств.
57. Паспортизация носителей и катализаторов.
58. Необходимый и достаточный уровень отработки технологии для каталогизации и государственной регистрации ее продукции – носителей и катализаторов.
59. Требования и порядок разработки маршрутно-технологической карты на примере  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -катализатора окисления аммиака.
60. Современные тенденции технологии катализаторов, ее ассортиментного расширения, и сырьевого обеспечения
61. Современные тенденции технологии катализаторов: снижения отходности, повышения экологичности.
62. Требования и порядок проведения патентных исследований в области каталитических технологий.
63. Понятие и условия обеспечения патентной чистоты и патентоспособности показателей технического уровня новых технологий катализаторов.
64. Критерии и способы отнесения каталитических продукции и технологии к «ноу-хау».
65. Критерии и способы отнесения каталитических продукции и технологии к объекту промышленной собственности.
66. Принципы и правила технологической конфиденциальности.
67. Современный технический уровень технологий основных носителей и катализаторов.
68. Современное состояние и направления развития технологии катализаторов изомеризации. Критерии технического уровня.
69. Современное состояние и направления развития технологии катализаторов алкилирования. Критерии технического уровня.
70. Современное состояние и направления развития технологии катализаторов крекинга. Критерии технического уровня.
71. Методики выявления существенных отличий новых решений от известных аналогов в области каталитических технологий.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена обучающийся получает два вопроса из банка вопросов (время на выполнение 45 минут). Экзамен проводится в компьютерном классе с использованием виртуальной среды обучения LMS Moodle.



### 3.2. Типовые задания для выполнения контрольных работ (ПК-2, ПК-4)

В процессе изучения курса «Технология катализаторов» студенты выполняют 3 контрольные работы, которые включают ответы на теоретические вопросы и выполнение расчетных заданий. Каждая работа является формой методической помощи студентам при изучении курса и выполняется индивидуально. Определение номера варианта контрольной работы следует проводить согласно данным, представленным в таблице 1. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, не засчитывается.

Таблица 1 – Выбор варианта задания контрольной работы

Две последние цифры шифра студенческого билета.	Номер варианта контрольной работы
01,26,51,76	1
02,27,52,77	2
03,28,53,78	3
04,29,54,79	4
05,30,55,80	5
06,31,56,81	6
07,32,57,82	7
08,33,58,83	8
09,34,59,84	9
10,35,60,85	10
11,36,61,86	11
12,37,62,87	12
13,38,63,88	13
14,39,64,89	14
15,40,65,90	15
16,41,66,91	16
17,42,67,92	17
18,43,68,93	18
19,44,69,94	18
20,45,70,95	20
21,46,71,96	21
22,47,72,97	22
23,48,73,98	23
24,49,74,99	24
25,50,75,00	25

#### Контрольная работа №1

##### Вариант №1

1. Технологическая и принципиальная схема производства катализатора СА-1.
2. Гидротермальный синтез в технологии катализаторов

## **Контрольная работа №2**

### **Вариант №1**

1. Физико-химические и технологические основы регулирования пористой структуры силикагеля
2. Особенности внедрения промотирующих добавок в структуру катализатора

## **Контрольная работа №3**

### **Вариант №1**

1. Структура технологического регламента производства катализатора
2. Паспортизация катализатора.

#### **4. Темы курсовых проектов.**

1. Проект технологической инструкции производства среднетемпературного катализатора окисления оксида углерода
2. Проект технологической инструкции производства низкотемпературного блочного катализатора окисления оксида углерода
3. Проект технологической инструкции производства блочного катализатора окисления водорода
4. Проект технологической инструкции производства катализатора паровой конверсии углеводородов
5. Проект технологической инструкции производства катализатора паровой конверсии природного газа
6. Проект технологического регламента производства среднетемпературного катализатора окисления оксида углерода
7. Проект технологического регламента производства низкотемпературного блочного катализатора окисления оксида углерода
8. Проект технологического регламента производства блочного катализатора окисления водорода
9. Проект технологического регламента производства катализатора паровой конверсии углеводородов
10. Проект технологического регламента производства катализатора паровой конверсии природного газа

#### **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.