

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 29.09.2023 18:08:51  
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  
« 21 » июня 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Промышленный катализ в производстве неорганических материалов**  
**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 «Промышленный катализ в производстве неорганических материалов катализаторов» обсуждена на заседании кафедры общей химической технологии и катализа протокол от «15» июня 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.....	07
4.3. Занятия семинарского типа .....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.3.2. Лабораторные занятия .....	09
4.4. Самостоятельная работа .....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	12
10.1. Информационные технологии .....	12
10.2. Программное обеспечение .....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	14
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-3.1</b> Физико-химические закономерности каталитических процессов в производстве неорганических материалов</p>	<p><b>Знать:</b> физико-химические основы основных каталитических процессов, применяемых в производстве неорганических материалов; <b>Уметь:</b> использовать современные базы данных и другие информационные ресурсы для обоснования условий реализации каталитических процессов в производстве неорганических материалов; <b>Владеть:</b> навыками обоснованного выбора условий реализации каталитических процессов в производстве неорганических материалов.</p>
	<p><b>ПК-3.2</b> Промышленные катализаторы в производстве неорганических материалов</p>	<p><b>Знать:</b> паспортные характеристики промышленных катализаторов, применяемых в производстве неорганических материалов; <b>Уметь:</b> рассчитывать экономическую эффективность применения промышленного катализатора в производстве неорганических материалов; <b>Владеть:</b> навыками обоснованного выбора промышленного катализатора в производстве неорганических материалов.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p><b>ПК-3.3</b> Каталитические реакторы в производстве неорганических материалов</p>	<p><b>Знать:</b> устройство и принцип функционирования каталитических реакторов, применяемых в производстве неорганических материалов;</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать технико-экономические характеристики каталитических реакторов, применяемых в производстве неорганических материалов;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками обоснованного выбора типа каталитического реактора для производства неорганических материалов.</p>

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

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.03), и изучается на 1 курсе во 2 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». Полученные в процессе изучения дисциплины «Промышленный катализ в производстве неорганических материалов катализаторов» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин: «Технологии носителей и катализаторов», «Промышленный катализ в нефтепереработке и нефтехимии», «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>5/180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>88</b>
занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа, в т.ч.:	48
семинары, практические занятия (в т.ч. на практическую подготовку)	48 (48)
лабораторные работы (в т.ч. на практическую подготовку)	–
курсовое проектирование (КР или КП)	16
КСР	8
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>65</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.	Типовые каталитические реакторы	2	8	–	11	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.	Методы поддержания оптимальных режимов протекания гетерогенно-каталитического процесса	2	8	–	11	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.	Контактное окисление диоксида серы	3	8	–	11	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
4	Синтез аммиака	3	8	–	11	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
5	Окисление аммиака	3	8	–	11	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
6	Получение синтез-газа	3	8	–	10	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	Типовые каталитические реакторы. Гомогенный и гетерогенный катализ в жидкой фазе. Аппараты жидкофазного и гомогенного катализа. Схема жидкофазного катализа с мелкодисперсным катализатором. Однополочный реактор без теплообменных устройств. Батарея однополочных реакторов. Многополочный реактор с байпасом между полками. Трубочатые реактора: с катализатором в трубках и в межтрубном пространстве. Реакторы поверхностного контакта.	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Методы поддержания оптимальных режимов протекания гетерогенно-каталитического процесса.</u> Влияние технологических факторов на процесс. Способы интенсификации гетерогенно-каталитического процесса. Области протекания гетерогенного химического процесса.	2	ЛВ
3	<u>Контактное окисление диоксида серы.</u> Свойства и применение серной кислоты. Методы производства серной кислоты. Печи для обжига колчедана и серы. Контактный метод производства серной кислоты схема производства. Катализаторы окисления SO <sub>2</sub> . Реакторы окисления с промежуточным и внутренним теплообменом.	3	ЛВ
4	<u>Синтез аммиака.</u> Физико-химические основы процесса синтеза аммиака. Катализаторы синтеза аммиака. Основные принципы управления процессом синтеза аммиака. Обоснование выбора давления. Технологическая схема отделения синтеза аммиака.	3	ЛВ
5	<u>Окисление аммиака.</u> Физико-химические свойства исходного сырья. Влияние технологических факторов на степень окисления аммиака до NO. Аппаратурное оформление процесса окисления аммиака. Катализаторы процесса.	3	ЛВ
6	<u>Производство синтез-газа.</u> Общие сведения. Схема паровой каталитической двухступенчатой конверсии метана и оксида углерода (II). Очистка азотоводородной смеси. Удаление оксида углерода (IV) и сероводорода. Удаление оксида углерода (II).	3	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	<u>Типовые каталитические реакторы.</u> Расчет реактора, работающего в режиме вытеснения или смешения, заданной производительности	4	4	Компьютерная симуляция

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
1	<u>Типовые каталитические реакторы.</u> Расчет селективности для параллельно протекающих реакций в реакторе вытеснения или смешения	4	4	Компьютерная симуляция
2	<u>Методы поддержания оптимальных режимов протекания гетерогенно- каталитического процесса.</u> Расчет кинетических параметров процессов окисления SO <sub>2</sub> и NH <sub>3</sub>	2	2	Компьютерная симуляция
2	<u>Методы поддержания оптимальных режимов протекания гетерогенно- каталитического процесса</u> Расчет кинетических параметров процессов получения синтез-газа, синтеза аммиака	2	2	Компьютерная симуляция
2	<u>Методы поддержания оптимальных режимов протекания гетерогенно- каталитического процесса</u> Анализ производительности и интенсивности каталитических процессов на разных катализаторах	2	2	Компьютерная симуляция
2	<u>Методы поддержания оптимальных режимов протекания гетерогенно- каталитического процесса</u> Разработка технологической схемы производства продукта	2	2	Компьютерная симуляция
3	<u>Контактное окисление диоксида серы.</u> Расчет оптимальной температуры процесса	8	8	Компьютерная симуляция
4	<u>Синтез аммиака</u> Расчет оптимальной температуры процесса	8	8	Компьютерная симуляция
5	<u>Окисление аммиака</u> Обоснование выбора реактора	8	8	Компьютерная симуляция
6	<u>Производство синтез-газа.</u> Обоснование выбора реактора	8	8	Компьютерная симуляция

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

Не предусмотрены.

#### 4.4. Самостоятельная работа.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Энерготехнологическое комбинирование каталитических процессов	11	Устный или письменный опрос
2	Внешнедиффузионная кинетика в пористом твердом теле	6	Устный или письменный опрос
2	Внутридиффузионная кинетика в пористом теле. Использование внутренней поверхности катализатора	5	Устный или письменный опрос
3	Промышленные катализаторы для окисления диоксида серы	11	Устный или письменный опрос
4	Промышленные катализаторы синтеза аммиака	11	Устный или письменный опрос
5	Промышленные катализаторы для окисления аммиака	11	Устный или письменный опрос
6	Промышленные катализаторы для процесса получения синтез-газа	10	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 (2 семестр) и защиты курсовой работы (2 семестр).

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Производство синтез-газа.</li><li>2. Промышленные катализаторы синтеза аммиака.</li></ol> |
|--|

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. Общая химическая технология: учебник для химико-технологических специальностей вузов: В 2-х частях. Часть 1. Теоретические основы химической технологии / Под редакцией И.П. Мухленова. – 5-е изд., стер. – Москва: Альянс, 2009. – 256 с. – ISBN 978-5-903034-78-9

2. Общая химическая технология: учебник для химико-технологических специальностей вузов: В 2-х частях. Часть 2. Важнейшие химические производства / Под редакцией И.П. Мухленова. – 5-е изд., стер. – Москва: Альянс, 2009. – 263 с. – ISBN 978-5-903034-79-6

3. Власов, Е.А. Общая химическая технология: учебное пособие для 4-го курса заочной формы обучения / Е.А. Власов, А.Ю. Постнов, С.А. Лаврищева; под редакцией Е.А. Власова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра технологии катализаторов. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2009. – 140 с.

4. Пахомов, Н.А. Курс лекций по кинетике процессов технологии неорганических веществ: учебное пособие / Н.А. Пахомов, А.С. Григорьев, И.И. Торлопов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2020. – 93 с.

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

5. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем: учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям / И.М. Кузнецова [и др.]; под редакцией Х.Э. Харлампиди. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1479-6 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: по подписке.

6. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов: учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям / И.М. Кузнецова [и др.]; под редакцией Х.Э. Харлампиди. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. – 448 с. – ISBN 978-5-8114-1478-9 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: по подписке.

7. Власов, Е.А. Общая химическая технология: учебное пособие для 4-го курса заочной формы обучения / Е.А. Власов, А.Ю. Постнов, С.А. Лаврищева; под редакцией Е.А. Власова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра технологии катализаторов. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2009. – 140 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. Пахомов, Н.А. Курс лекций по кинетике процессов технологии неорганических веществ: учебное пособие / Н.А. Пахомов, А.С. Григорьев, И.И. Торлопов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2020. – 93 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

9. Материальные и тепловые расчеты в химической технологии: учебное пособие / А.Ю. Постнов, О.А. Черемисина, Ю.В. Александрова, 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), 2020. – 30 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

10. Управление химико-технологическим процессом. Расчеты термодинамических и кинетических показателей: учебное пособие / А.Ю. Постнов, О.А. Черемисина, С.А. Лаврищева, 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), 2020. – 42 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 «Промышленный катализ в производстве неорганических материалов 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(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 RigakuSmartLab 3;
- прибор для проведения измерений температуро- 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  
«Промышленный катализ в производстве неорганических материалов  
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-3.1</b> Физико-химические закономерности каталитических процессов в производстве неорганических материалов	<b>Знает</b> физико-химические основы основных каталитических процессов, применяемых в производстве неорганических материалов	Вопросы к экзамену № 1-32, выполнение курсовой работы	С ошибками способен рассказать физико-химические основы основных каталитических процессов, применяемых в производстве неорганических материалов	С помощью преподавателя, способен рассказать физико-химические основы основных каталитических процессов, применяемых в производстве неорганических материалов	Самостоятельно способен рассказать физико-химические основы основных каталитических процессов, применяемых в производстве неорганических материалов
	<b>Умеет</b> использовать современные базы данных и другие информационные ресурсы для обоснования условий реализации каталитических процессов в производстве неорганических материалов	Вопросы к экзамену № 1-32, выполнение курсовой работы	С ошибками способен использовать современные базы данных и другие информационные ресурсы для обоснования условий реализации каталитических процессов в производстве неорганических материалов	С помощью преподавателя способен использовать современные базы данных и другие информационные ресурсы для обоснования условий реализации каталитических процессов в производстве неорганических материалов	Способен использовать современные базы данных и другие информационные ресурсы для обоснования условий реализации каталитических процессов в производстве неорганических материалов
	<b>Владеет</b> навыками обоснованного выбора условий реализации каталитических процессов в производстве неорганических материалов	Вопросы к экзамену № 1-32, выполнение курсовой работы	С ошибками может осуществить обоснованный выбор условий реализации каталитических процессов в производстве неорганических материалов	При консультации преподавателя может осуществить обоснованный выбор условий реализации каталитических процессов в производстве неорганических материалов	Самостоятельно может осуществить обоснованный выбор условий реализации каталитических процессов в производстве неорганических материалов

<b>ПК-3.2</b> Промышленные катализаторы в производстве неорганических материалов	<b>Знает</b> паспортные характеристики промышленных катализаторов, применяемых в производстве неорганических материалов	Вопросы к экзамену № 1-32, выполнение курсовой работы	С ошибками перечисляет паспортные характеристики промышленных катализаторов, применяемых в производстве неорганических материалов	С помощью преподавателя рассказывает паспортные характеристики промышленных катализаторов, применяемых в производстве неорганических материалов	Рассказывает паспортные характеристики промышленных катализаторов, применяемых в производстве неорганических материалов
	<b>Умеет</b> рассчитывать экономическую эффективность применения промышленного катализатора в производстве неорганических материалов	Вопросы к экзамену № 1-32, выполнение курсовой работы	С ошибками рассчитывает экономическую эффективность применения промышленного катализатора в производстве неорганических материалов	С помощью преподавателя рассчитывает экономическую эффективность применения промышленного катализатора в производстве неорганических материалов	Самостоятельно рассчитывает экономическую эффективность применения промышленного катализатора в производстве неорганических материалов
	<b>Владеет</b> навыками обоснованного выбора промышленного катализатора в производстве неорганических материалов	Вопросы к экзамену № 1-32, выполнение курсовой работы	С ошибками осуществляет обоснованный выбор промышленного катализатора в производстве неорганических материалов	При консультации преподавателя может осуществить обоснованный выбор промышленного катализатора в производстве неорганических материалов	Самостоятельно может осуществить обоснованный выбор промышленного катализатора в производстве неорганических материалов
<b>ПК-3.3</b> Каталитические реакторы в производстве неорганических материалов	<b>Знать:</b> устройство и принцип функционирования каталитических реакторов, применяемых в производстве	Вопросы к экзамену № 1-32, выполнение курсовой работы	С ошибками рассказывает устройство и принцип функционирования каталитических реакторов, применяемых	С помощью преподавателя рассказывает устройство и принцип функционирования каталитических	Самостоятельно рассказывает устройство и принцип функционирования каталитических реакторов, применяемых

неорганических материалов		в производстве неорганических материалов	реакторов, применяемых в производстве неорганических материалов	в производстве неорганических материалов
<b>Уметь:</b> рассчитывать технико-экономические характеристики каталитических реакторов, применяемых в производстве неорганических материалов	Вопросы к экзамену № 1-32, выполнение курсовой работы.	С ошибками рассчитывает технико-экономические характеристики каталитических реакторов, применяемых в производстве неорганических материалов	С помощью преподавателя рассчитывает технико-экономические характеристики каталитических реакторов, применяемых в производстве неорганических материалов	Самостоятельно рассчитывает технико-экономические характеристики каталитических реакторов, применяемых в производстве неорганических материалов
<b>Владеть:</b> навыками обоснованного выбора типа каталитического реактора для производства неорганических материалов	Вопросы к экзамену № 1-32, выполнение курсовой работы.	С ошибками осуществляет обоснованный выбор типа каталитического реактора для производства неорганических материалов	При консультации преподавателя может осуществить обоснованный выбор типа каталитического реактора для производства неорганических материалов	Самостоятельно может осуществить обоснованный выбор типа каталитического реактора для производства неорганических материалов

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. Основные характеристики катализатора.
2. Идентификация различных областей протекания реакции.
3. Критерии внешнедиффузионной области протекания процесса.
4. Основные закономерности протекания реакции во внешнедиффузионной области.
5. Критерии внутريدиффузионной области.
6. Внутريدиффузионная область протекания процесса. Распределение концентрации внутри гранулы.
7. Внутريدиффузионная область протекания процесса. Степень использования поверхности.
8. Внутريدиффузионная область протекания процесса. Зависимость скорости от различных факторов (активность, количество катализатора, пористая структура, размер гранул).
9. Основные закономерности протекания реакции в кинетической области.
10. Однополочный реактор без теплообменных устройств.
11. Батарея однополочных реакторов.
12. Многополочный реактор.
13. Многополочный реактор с охлаждением.
14. Трубчатый реактор.
15. Комбинированный реактор.
16. Реактор поверхностного контакта.
17. Контактный аппарат с нижним и верхним вводом аммиачно-воздушной смеси
18. Контактный аппарат с верхним вводом аммиачно-воздушной смеси.
19. Методика выбора оптимального технологического режима для процесса, протекающего в одном реакторе.
20. Методика выбора оптимального технологического режима для процесса, протекающего в многополочном реакторе.
21. Методика оптимального управления процессом в стационарном режиме.
22. Печи для обжига колчедана.
23. Контактный аппарат производства серной кислоты.
24. Контактное окисление  $SO_2$  в  $SO_3$ .
25. Катализаторы окисления  $SO_2$  в  $SO_3$ .
26. Контактные аппараты окисления  $SO_2$  в  $SO_3$  с промежуточным теплообменом.
27. Контактные аппараты окисления  $SO_2$  в  $SO_3$  с внутренним теплообменом.
28. Производство синтез-газа.
29. Очистка азотоводородной смеси.
30. Удаление оксида углерода (IV) и сероводорода.
31. Удаление оксида углерода (II).
32. Синтез аммиака.

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. Контактное окисление  $SO_2$  в  $SO_3$
2. Производство аммиака
3. Производство синтез-газа
4. Окисление аммиака

**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.