

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
« 23 » июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Промышленный катализ в нефтепереработке и нефтехимии

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 нефтепереработке и нефтехимии» 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.....	07
4.3. Занятия семинарского типа	09
4.3.1. Семинары, практические занятия	09
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.....	12
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>ПК-3 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>ПК-3.7 Физико-химические закономерности каталитических процессов в нефтехимии и нефтепереработке</p>	<p>Знать: физико-химические основы основных каталитических процессов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии; Уметь: использовать современные базы данных и другие информационные ресурсы для обоснования условий реализации каталитических процессов в нефтепереработке и нефтехимии; Владеть: навыками обоснованного выбора условий реализации каталитических процессов в нефтепереработке и нефтехимии.</p>
	<p>ПК-3.8 Промышленные катализаторы в нефтепереработке и нефтехимии</p>	<p>Знать: паспортные характеристики промышленных катализаторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии; Уметь: рассчитывать экономическую эффективность применения промышленного катализатора в нефтепереработке и нефтехимии; Владеть: навыками обоснованного выбора промышленного катализатора в нефтепереработке и нефтехимии.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p>ПК-3.9 Каталитические реакторы в нефтепереработке и нефтехимии</p>	<p>Знать: устройство и принцип функционирования каталитических реакторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии;</p> <p>Уметь: рассчитывать технико-экономические характеристики каталитических реакторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии;</p> <p>Владеть: навыками обоснованного выбора типа каталитического реактора в нефтепереработке и нефтехимии.</p>

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

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.05), 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», «Технологии носителей и катализаторов». Полученные в процессе изучения дисциплины «Промышленный катализ в нефтепереработке и нефтехимии» 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
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/академических часов)	6/216
Контактная работа с преподавателем:	98
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.:	54
семинары, практические занятия (в т.ч. на практическую подготовку)	54 (36)
лабораторные работы (в т.ч. на практическую подготовку)	–
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	8
другие виды контактной работы	–
Самостоятельная работа	91
Форма текущего контроля (К/р, реферат, РГР, эссе)	–
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	КР, экзамен/27

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.	Физико-химические свойства углеводородов	2	6	–	13	ПК-3	ПК-3.7 ПК-3.8 ПК-3.9
2.	Кислотно-основной катализ в синтезе углеводородов разветвлённого строения	3	8	–	13	ПК-3	ПК-3.7 ПК-3.8 ПК-3.9
3.	Катализ на переходных металлах в синтезе углеводородов разветвлённого строения	2	8	–	13	ПК-3	ПК-3.7 ПК-3.8 ПК-3.9
4	Каталитический риформинг углеводородов	2	8	–	13	ПК-3	ПК-3.7 ПК-3.8 ПК-3.9
5	Каталитическая изомеризация углеводородов	3	8	–	13	ПК-3	ПК-3.7 ПК-3.8 ПК-3.9
6	Каталитическое дегидрирование углеводородов	3	8	–	13	ПК-3	ПК-3.7 ПК-3.8 ПК-3.9
7	Каталитическое алкилирование углеводородов	3	8	–	13	ПК-3	ПК-3.7 ПК-3.8 ПК-3.9

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	Физико-химические свойства углеводородов. Фракционный состав нефти и нефтепродуктов. Групповой химический состав нефти. Термические показатели нефти и нефтепродуктов. Классификация нефтей.	2	ЛВ
2	Кислотно-основной катализ в синтезе углеводородов разветвлённого строения. Кислотно-основные свойства углеводородов. Кислотно-основные свойства катализаторов.	1	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Кислотно-основной катализ в синтезе углеводов разветвлённого строения</u> Катализаторы-основания. Кислотные катализаторы. Твердые кислотные катализаторы (оксиды, сульфаты, сульфиды).	1	ЛВ
2	<u>Кислотно-основной катализ в синтезе углеводов разветвлённого строения</u> Сульфаты, фосфаты и сульфиды металлов. Оксиды элементов III, IV, VI групп, смешанные оксиды. Цеолиты умеренной кислотности.	1	ЛВ
3	<u>Катализ на переходных металлах в синтезе углеводов разветвлённого строения.</u> Конверсия углеводов на поверхности металлов. Гидрогенолиз. Циклизация углеводов.	1	ЛВ
3	<u>Катализ на переходных металлах в синтезе углеводов разветвлённого строения.</u> Дегидроизомеризация в процессе каталитического риформинга. Изомеризация на поверхности металлов.	1	ЛВ
4	<u>Каталитический риформинг углеводов.</u> Назначение риформинга и катализаторы. Превращения парафиновых углеводов. Превращения циклопарафиновых углеводов. Типы катализаторов риформинга. Технология приготовления катализаторов риформинга	2	ЛВ
5	<u>Каталитическая изомеризация углеводов.</u> Изомеризация парафиновых углеводов, изомеризация ароматических углеводов. Типы катализаторов изомеризации. Технология приготовления катализаторов изомеризации	3	ЛВ
6	<u>Каталитическое дегидрирование углеводов.</u> Дегидрирование парафиновых и олефиновых углеводов. Дегидрирование алкилароматических углеводов. Дегидрирование кислородсодержащих соединений. Катализаторы дегидрирования. Технология приготовления катализаторов.	3	ЛВ
7	<u>Каталитическое алкилирование углеводов.</u> Алкилирующие агенты и катализаторы. Алкилирование изобутана бутеном. Алкилирование бензола этиленом. Основные технологические параметры и их влияние на процесс алкилирования. Типы катализаторов алкилирования. Технология приготовления катализаторов алкилирования.	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	Фракционный состав моторных топлив. Вязкость, плотность, температура кипения углеводородов	6	–	Групповая дискуссия
2	Методы изучения кислотно-основных свойств поверхности	4	–	Компьютерная симуляция
2	Взаимосвязь кислотно-основных свойств поверхности катализаторов с их каталитическими свойствами в различных процесса	4	–	Компьютерная симуляция
3	Координационные соединения в катализе. Катализаторы на основе комплексов переходных металлов	8	4	Компьютерная симуляция
4	Методика расчета реактора каталитического риформинга	4	4	Компьютерная симуляция
4	Моделирование промышленного реактора каталитического риформинга	4	4	Компьютерная симуляция
5	Методика расчета реактора изомеризации	8	8	Компьютерная симуляция
6	Моделирование промышленного реактора изомеризации	8	8	Компьютерная симуляция
7	Методика расчета реактора каталитического алкилирования на твердых катализаторах	4	4	Компьютерная симуляция
7	Методика расчета реактора каталитического алкилирования на жидких катализаторах	2	2	Компьютерная симуляция
7	Сравнение гидродинамического режима алкилирования на твердых и жидких катализаторах	2	2	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	Определение фракционного состава нефти и нефтепродуктов	13	Устный или письменный опрос
1	Перегонка нефти и нефтепродуктов	13	Устный или письменный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Кислоты и основания. Кислотные и основные катализаторы и их активные центры.	13	Устный или письменный опрос
2	Механизмы кислотно-основных реакций	13	Устный или письменный опрос
3	Каталитические реакции на поверхности переходных металлов	13	Устный или письменный опрос
4	Установки каталитического риформинга	13	Устный или письменный опрос
5	Технология процессов изомеризации	13	Устный или письменный опрос
6	Окислительное дегидрирование углеводородов	13	Устный или письменный опрос
7	Синтез цеолитов и цеолитных катализаторов алкилирования	13	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:

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Каталитический риформинг 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. 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
2. 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
3. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайг; перевод с англ. В.И. Ролдугина. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 501 с. – ISBN 978-5-91559-044-0
4. Сибаров, Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы: учебное пособие / Д.А. Сибаров, Д.А. Смирнова. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 200 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-2158-9
5. 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
6. Конверсия *n*-бутана – метод тестирования твердокислотных катализаторов и их носителей для процессов нефтепереработки: учебное пособие / П.Н. Боруцкий, В.А. Сальников, П.А. Никульшин [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017. – 94 с.

б) электронные учебные издания:

1. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: Учебник для бакалавров и магистров по направлениям: «Химическая технология» (бакалавры), «Химическая технология» (магистры) / В.М. Потехин, В.В. Потехин. – 3-е изд., испр. и доп. – 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.
2. 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.
3. 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.
4. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу «Математическое моделирование химико-технологических процессов»: Учебное пособие / Н.А. Самойлов. – 3-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. – 176 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-1553-3 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: по подписке.

5. Конверсия *n*-бутана – метод тестирования твердокислотных катализаторов и их носителей для процессов нефтепереработки: учебное пособие / П.Н. Боруцкий, В.А. Сальников, П.А. Никульшин [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017. – 94 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 нефтепереработке и нефтехимии» 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-60H;
- газовый хроматограф GC 2010 Plus;
- энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры EDX-7000 и EDX-8000;
- ИК-Фурье спектрометр IRTracer-100;
- рентгеновский дифрактометр XRD-6100;
- Autosorb 6iSA;
- лазерный дифракционный анализатор размеров частиц SALD-2300;
- газовый хроматомасс-спектрометр GCMS-QP2010 Ultra;

Оборудование Инжинирингового центра СПбГТИ(ТУ):

- сканирующий зондовый атомно-силовой микроскоп Shimadzu SPM-9700;
- лазерный дифракционный анализатор размеров частиц Shimadzu SALD-7500;
- термомеханический анализатор изменения линейных размеров образца Shimadzu TMA-60;
- трибометр Anton Paar ТНТ;
- реометр Anton PaarPhysica 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 TescanVega 3 SBH;
- рентгеновский дифрактометр Rigaku SmartLab 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 нефтепереработке и нефтехимии»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	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	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)
ПК-3.7 Физико-химические закономерности каталитических процессов в нефтепереработке и нефтехимии	Знает физико-химические основы основных каталитических процессов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к экзамену № 1-40, выполнение курсовой работы	С ошибками способен рассказать физико-химические основы основных каталитических процессов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	С помощью преподавателя, способен рассказать физико-химические основы основных каталитических процессов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	Самостоятельно способен рассказать физико-химические основы основных каталитических процессов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии
	Умеет использовать современные базы данных и другие информационные ресурсы для обоснования условий реализации каталитических процессов в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к экзамену № 1-40, выполнение курсовой работы	С ошибками способен использовать современные базы данных и другие информационные ресурсы для обоснования условий реализации каталитических процессов в нефтепереработке и нефтехимии	С помощью преподавателя способен использовать современные базы данных и другие информационные ресурсы для обоснования условий реализации каталитических процессов в нефтепереработке и нефтехимии	Способен использовать современные базы данных и другие информационные ресурсы для обоснования условий реализации каталитических процессов в нефтепереработке и нефтехимии
	Владеет навыками обоснованного выбора условий реализации каталитических процессов в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к экзамену № 1-40, выполнение курсовой работы.	С ошибками может осуществить обоснованный выбор условий реализации каталитических процессов в нефтепереработке и нефтехимии	При консультации преподавателя может осуществить обоснованный выбор условий реализации каталитических процессов в нефтепереработке и нефтехимии	Самостоятельно может осуществить обоснованный выбор условий реализации каталитических процессов в нефтепереработке и нефтехимии

ПК-3.8 Промышленные катализаторы в нефтепереработке и нефтехимии	Знает паспортные характеристики промышленных катализаторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к экзамену № 1-40, выполнение курсовой работы.	С ошибками перечисляет паспортные характеристики промышленных катализаторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	С помощью преподавателя рассказывает паспортные характеристики промышленных катализаторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	Рассказывает паспортные характеристики промышленных катализаторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии
	Умеет рассчитывать экономическую эффективность применения промышленного катализатора в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к экзамену № 1-40, выполнение курсовой работы	С ошибками рассчитывает экономическую эффективность применения промышленного катализатора в нефтепереработке и нефтехимии	С помощью преподавателя рассчитывает экономическую эффективность применения промышленного катализатора в нефтепереработке и нефтехимии	Самостоятельно рассчитывает экономическую эффективность применения промышленного катализатора в нефтепереработке и нефтехимии
	Владеет навыками обоснованного выбора промышленного катализатора в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к экзамену № 1-40, выполнение курсовой работы.	С ошибками осуществляет обоснованный выбора промышленного катализатора в нефтепереработке и нефтехимии	При консультации преподавателя может осуществить обоснованный выбор промышленного катализатора в нефтепереработке и нефтехимии	Самостоятельно может осуществить обоснованный выбор промышленного катализатора в нефтепереработке и нефтехимии
ПК-3.9 Каталитические реакторы в нефтепереработке и нефтехимии	Знает устройство и принцип функционирования каталитических реакторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к экзамену № 1-40, выполнение курсовой работы	С ошибками рассказывает устройство и принцип функционирования каталитических реакторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	С помощью преподавателя рассказывает устройство и принцип функционирования каталитических реакторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	Самостоятельно рассказывает устройство и принцип функционирования каталитических реакторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии

	Умеет рассчитывать технико-экономические характеристики каталитических реакторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к экзамену № 1-40, выполнение курсовой работы	С ошибками рассчитывает технико-экономические характеристики каталитических реакторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	С помощью преподавателя рассчитывает технико-экономические характеристики каталитических реакторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии	Самостоятельно рассчитывает технико-экономические характеристики каталитических реакторов, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии
	Владеет навыками обоснованного выбора типа каталитического реактора в нефтепереработке и нефтехимии	Вопросы к экзамену № 1-40, выполнение курсовой работы	С ошибками осуществляет обоснованный выбор типа каталитического реактора в нефтепереработке и нефтехимии	При консультации преподавателя может осуществить обоснованный выбор типа каталитического реактора в нефтепереработке и нефтехимии	Самостоятельно может осуществить обоснованный выбор типа каталитического реактора в нефтепереработке и нефтехимии

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. Химический состав нефти, простейшие соединения метанового ряда углеводородов.
2. Расскажите о пределах взрываемости смеси горючих веществ с воздухом.
3. Первичная переработка нефти. Процессы, лежащие в основе переработки.
4. Вторичная переработка нефти. Место в нефтехимической промышленности. Процессы, лежащие в основе переработки.
5. Вторичная переработка нефти. Термические способы переработки. Состав сырья продуктов, особенности осуществления в промышленности.
6. Вторичная переработка нефти. Каталитические способы переработки. Катализаторы, состав сырья, продуктов, особенности осуществления в промышленности.
7. Способы получения бензинов. Способы повышения октанового числа бензинов.
8. Способы получения дизельного топлива. Способы повышения октанового числа бензинов.
9. Кислотный катализ. Кислотные центры и их участие в реакциях.
10. Оценка кислотности катализаторов, сравнительные характеристики некоторых гетерогенных катализаторов.
11. Причины появления кислотности у алюмосиликатных катализаторов.
12. Природа каталитически активных центров цеолитов, типы катализируемых реакций.
13. Окислительно-восстановительный катализ. Катализ на металлах.
14. Деактивация гетерогенных катализаторов, классификация. Виды деактивации катализаторов
15. Регенерация гетерогенных катализаторов. Способы регенерации катализаторов крекинга
16. Цеолиты, их строение, химический состав, свойства. Цеолитсодержащие катализаторы, их состав и катализируемые реакции.
17. Переработка вакуумного газойля каталитическим крекингом. Состав сырья, продукты, катализаторы, деактивация, регенерация.
18. Катализаторы каталитического крекинга, марки, состав, деактивация, регенерация.
19. Термодинамика реакций крекинга. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
20. Каталитический риформинг бензинов прямой гонки. Катализаторы, состав сырья, продуктов, особенности осуществления в промышленности.
21. Катализаторы каталитического риформинга, марки, состав, деактивация, регенерация.
22. Методы активация и деактивация катализаторов риформинга.
23. Назовите марки зарубежных и российских катализаторов риформинга.
24. Термодинамика реакций риформинга. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
25. Осуществление процесса риформинга с периодической регенерацией катализатора. Особенности аппаратного оформления.
26. Осуществление процесса риформинга с циклической регенерацией катализатора. Особенности аппаратного оформления.
27. Осуществление процесса риформинга с непрерывной регенерацией катализатора. Особенности аппаратного оформления.
28. Дайте краткую характеристику свойств катализаторов изомеризации.
29. Активация, деактивация и регенерация катализаторов изомеризации.
30. Назовите тенденции совершенствования катализаторов процесса изомеризации.
31. Назовите марки зарубежных и российских катализаторов изомеризации.

32. Преимущества и недостатки гомогенно-каталитического алкилирования изобутана бутеном.
33. Аппаратурное оформление процесса алкилирования изобутана бутеном.
34. Способы нейтрализации остатков кислоты в алкилате.
35. Термодинамика реакций алкилирования. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
36. Катализаторы (марки, состав) дегидрирования углеводов.
37. Термодинамика реакций дегидрирования. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
38. Каталитическое дегидрирование предельных углеводов.
39. Каталитическое дегидрирование непредельных углеводов.
40. Каталитическое дегидрирование алкилароматических углеводов.

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. Каталитическое дегидрирование предельных углеводов.
2. Каталитический крекинг нефтепродуктов.
3. Катализаторы изомеризации пентан-гексановой фракции.
4. Промышленные установки процесса каталитического риформинга.

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.