

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 11.07.2022 13:29:15  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной  
и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Теория радикально-цепных и каталитических процессов в нефте- и газохимии**

Направление подготовки

**18.04.01 Химическая технология**

Направленность программы магистратуры

**Технология процессов нефтегазохимии**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет

**Химической и биотехнологии**

Кафедра

**Технологии нефтехимических и углехимических производств**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		Профессор В.М. Потехин

Рабочая программа дисциплины «Теория радикально-цепных и каталитических процессов в нефте- и газохимии» обсуждена на заседании кафедры технологии нефтехимических и углехимических производств

протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 № \_\_

Заведующий кафедрой

Б.В. Пекаревский

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии

протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 № \_\_

Председатель

М.В. Рутто

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 .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	4
3. Объем дисциплины.....	4
4. Содержание дисциплины.....	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	5
4.2. Занятия лекционного типа. ....	5
4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).....	6
4.4. Самостоятельная работа .....	7
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. ....	7
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	7
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	7
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины. ....	8
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	8
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	8
10.1. Информационные технологии.....	8
10.2. Программное обеспечение.....	9
10.3. Базы данных и информационные справочные системы. ....	9
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	9
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. ....	9

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 освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-1</b> Способен планировать производственно-технологические работы	<b>ПК-1.1</b> Знание основы технологии производства продукции организации	<b>Знать:</b> -теоретические основы технологии производства товарной продукции (ЗН-1). <b>Уметь:</b> -рассчитывать параметры химических реакций и процессов (У-1). <b>Владеть:</b> -навыками модернизации и совершенствования технологии производства организации (Н-1).
<b>ПК-5</b> Способен применять меры по ускорению освоения в производстве прогрессивных технологических процессов, широкому внедрению научно-технических достижений	<b>ПК-5.2</b> Знание технологических процессов, режимов производства, продукции организации	<b>Знать:</b> - теоретические основы технологических процессов и режимы производства продукции организации (ЗН-5). <b>Уметь:</b> - проводить технологические процессы при соблюдении режимов производства продукции организации (У-5). <b>Владеть:</b> - навыками организации производства товарной продукции (Н-5).

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

Дисциплина «Теория радикально-цепных и каталитических процессов в нефте- и газохимии» относится к дисциплинам, формируемым участниками образовательных отношений программы магистратуры «Технология процессов нефтегазохимии», и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Теория радикально-цепных и каталитических процессов в нефте- и газохимии» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе обучающегося и при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академических часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>100</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия (в т.ч. на практ. подготовку)	54 (13)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	10
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>89</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	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, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Неразветвленные и разветвленные радикально-цепные реакции	10	18		30	ПК-1 ПК-5	ПК-1.1 ПК-5.2
2	Вырожденные разветвленные радикально-цепные реакции	8	10		20	ПК-1 ПК-5	ПК-1.1 ПК-5.2
3	Гомогенный кислотный катализ	10	18		20	ПК-1 ПК-5	ПК-1.1 ПК-5.2
4	Гомогенный основной катализ	8	8		19	ПК-1 ПК-5	ПК-1.1 ПК-5.2
	<b>Итого</b>	36	54		89		

#### 4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую	
1	<b>Кинетика и механизм неразветвленных и разветвленных цепных реакций.</b> Рассматриваются образование, строение и химические свойства радикалов, а также процессы крекинга, пиролиза и галогенирования углеводородов. Дается анализ кинетических уравнений.	10		Лекция- прессконференция (ЛПК)
2	<b>Вырожденные разветвленные цепные реакции.</b> Рассматриваются кинетика и механизм окисления органических соединений. Приводятся примеры промышленных процессов окисления.	8		Лекция- прессконференция (ЛПК)
3	<b>Гомогенный кислотный катализ.</b> Излагаются современные представления о строении и химических свойствах карбокатионов, специфическом и общем кислотном катализе, приводятся примеры.	10		Лекция- прессконференция (ЛПК)
4	<b>Гомогенный основной катализ.</b> Рассматриваются строение и химические свойства карбанионов, кинетика и механизм основного катализа, примеры использования основного катализа в промышленности.	8		Лекция- прессконференция (ЛПК)

#### 4.3 Занятия семинарского типа (семинары и/или практические занятия)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую	
1	<b>Крекинг и пиролиз углеводородов.</b> На примерах высокотемпературных процессов рассматривается расщепление парафиновых, циклопарафиновых, олефиновых и алкилароматических углеводородов (механизм и условия проведения реакции). Радикально-цепное окисление углеводородов. Механизм окисления углеводородов разных классов в гидропероксиды, спирты, карбонильные соединения и кислоты в жидкой и газовой фазах. <b>Хлорирование углеводородов.</b> Рассматриваются промышленные процессы хлорирования разных классов углеводородов, механизм и кинетика реакций.	13	7	Занятие- конференция (ЗК)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую	
2	<b>Окисление углеводов и кислородсодержащих соединений.</b> Рассматриваются кинетика и механизм окисления нафтеновых и ароматических углеводов, спиртов, карбонильных соединений в гидропероксиды и кислоты. Приводятся промышленные процессы окисления.	14	2	Занятие-конференция (ЗК)
3	<b>Гомогенный кислотный катализ в органическом синтезе.</b> На примерах реакций гидратации, этерификации, гидролиза, алкилирования изопарафинов и аренов рассматриваются кинетика и механизм процессов.	13	2	Занятие-конференция (ЗК)
4	<b>Гомогенный основной катализ в органическом синтезе.</b> Рассматриваются катализаторы, механизм и кинетика важнейших реакций промышленного органического синтеза с участием гомогенных основных катализаторов.	14	2	Занятие-конференция (ЗК)

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<b>Пиролиз углеводов.</b> Пиролиз C <sub>2</sub> -C <sub>4</sub> как радикально-цепной процесс получения этилена, пропилена и других олефинов. Процессы галогенирования.	20	Круглый стол (КрСт)
2	<b>Окисление нафтеновых и алкилароматических углеводов.</b> Получение кислородсодержащих соединений (гидропероксиды, спирты, альдегиды, кислоты). <b>Ингибиторы окисления топлив, масел, полимеров.</b> Типы ингибиторов и механизм действия.	30	Круглый стол (КрСт)
3	<b>Промышленные методы получения продуктов органического синтеза в присутствии кислотных катализаторов.</b>	20	Круглый стол (КрСт)
4	<b>Промышленные методы производства органических соединений с функциональными группами в присутствии гомогенных основных катализаторов.</b>	19	Круглый стол (КрСт)

## **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. Экзамен предусматривают устную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическим вопросом. Время подготовки студента к устному ответу – до 20 мин.

Пример варианта вопроса экзамене:

Механизм пиролиза нафтеновых углеводородов.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результатом освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

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

### **а) печатные издания:**

1. Лебедев, Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза : учебник для химико-технологических спец. вузов / Н. Н. Лебедев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Альянс, 2013. – 592 с. : ISBN 5-7245-0008-6.

2. 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. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2021. – 896 с. ISBN 978-5-8114-1662-2.

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

3 Смит, В. А. Основы современного органического синтеза : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. — 5-е изд. — М.: Лаборатория знаний, 2020. — 753 с. — ISBN 978-5-00101-761-5. <https://e.lanbook.com/book/135517>.

## **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 – Библио-Тех» <http://media.bibliotech.edu.ru>.

«Лань» <https://e.lanbook.com/book/>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Теория радикально-цепных и каталитических процессов в нефте- и газохимии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТОСПбГТИ018-2014. 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.

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 обучающихся является:

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

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов 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 ЭИОС.

### **10.2 Программное обеспечение**

Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word).

### **10.3 Информационные справочные системы**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11 Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы**

<b>Адрес</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов/объектов для проведения практических занятий</b>	<b>Оснащенность оборудованных учебных кабинетов/объектов для проведения практических занятий</b>
190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б	Кафедра технологии нефтехимических и углехимических производств, аудитория №9	Специализированная мебель (40 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер
190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б	Кафедра технологии нефтехимических и углехимических производств, аудитория №14	Специализированная мебель (20 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер

## **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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации**

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

<b>Индекс компетенции</b>	<b>Содержание</b>	<b>Этап формирования</b>
ПК-1	Способен планировать производственно-технологические работы на основе знаний теории и практики прогрессивных технологий производства выпускаемой организацией продукции	промежуточный
ПК-5	Способен применять меры по ускорению освоения в производстве прогрессивных технологических процессов, широкому внедрению научно-технических достижений на основе знаний технологических процессов, режимов производства, продукции организации	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерии оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.1 Знание основы технологии производства продукции организации	Знает основы технологии производства продукции организации (ЗН-1)	Правильный ответ на вопросы 2-5, 10, 12, 18 к экзамену	Называет отдельные механизмы реакций промышленных технологий (ЗН-1)	Знает основные параметры производства товарной продукции (ЗН-1)	Показывает знание технологии производства товарной продукции и основные направления ее совершенствования (ЗН-1)
	Умеет внедрять изобретения (У-1)	Правильный ответ на вопросы 2-5, 10, 12, 18 к экзамену	Перечисляет основные признаки изобретений (У-1)	Отвечает на дополнительные вопросы по порядку внедрения изобретений (У-1)	Объясняет последовательность действий при внедрении изобретений (У-1)
	Демонстрирует навыки оформления изобретений (Н-1)	Правильный ответ на вопросы 2-5, 10, 12, 18 к экзамену	Демонстрирует знания наименования документов для оформления изобретений (Н-1)	Демонстрирует знание наименования документов для оформления изобретений (Н-1)	Показывает навыки оформления изобретений (Н-1)
ПК-5.2 Знание технологических процессов, режимов производства, продукции организации	Знает теоретические основы технологических процессов и режимы производства продукции организации (ЗН-5).	Правильный ответ на вопросы 1, 6-9, 11-17 к экзамену	Называет условия отдельных производств (ЗН-5)	Называет основные технологические режимы производств (ЗН-5)	Показывает высокие знания технологических процессов и получаемой продукции (ЗН-5)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерии оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-5.2 Знание технологических процессов, режимов производства, продукции организации	Умеет проводить технологические процессы при соблюдении режимов производства продукции организации (У-5).	Правильный ответ на вопросы 1, 6-9, 11-17 к экзамену	Перечисляет отдельные признаки технологических процессов (У-5)	Правильно определяет условия технологического процесса (У-5)	Высокий уровень анализа технологического процесса и производимой продукции (У-5)
	Владеет навыками организации производства товарной продукции.	Правильный ответ на вопросы 1, 6-9, 11-17 к экзамену	Ориентируется в организации технологического процесса (Н-5)	Демонстрирует хорошие знания в организации технологических режимов химических процессов (Н-5)	Показывает высокий уровень в организации технологических процессов и выпуска продукции высокого качества (Н-5)

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная.

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

**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у обучающегося по компетенциям ПК-1 и ПК-5:**

1. Механизм этерификации спиртов кислотами. Катализаторы и условия проведения процесса.
2. Кинетика специфического и общего кислотного катализа. Показать на примере.
3. Кинетика специфического и общего основного катализа. Показать на примере.
4. Карбокатионы (строение и химические свойства).
5. Карбанионы (строение и химические свойства).
6. Элементарные реакции с участием свободных радикалов.
7. Радикально-цепное окисление углеводородов в гидропероксиды. Кинетика и механизм реакции.
8. Радикально-цепное окисление углеводородов в кислоты. Кинетика и механизм реакции.
9. Антиоксиданты. Классификация и механизм действия.
10. Механизм и кинетика хлорирования алканов.
11. Нитрование алканов в газовой фазе.
12. Сульфохлорирование и сульфоокисление парафиновых углеводородов.
13. Механизм хлорирования аренов на свету и термическим методом.
14. Механизм крекинга углеводородов. Промышленные процессы.
15. Механизм пиролиза парафинов.
16. Механизм алкилирования аренов олефинами в присутствии гомогенных катализаторов.
17. Механизм пиролиза нафтенев.
18. Механизм пиролиза олефинов и аренов.

При сдаче экзамена, студент получает один вопрос из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопрос - до 20 мин.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене – «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». При этом «удовлетворительно» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.