

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.07.2023 18:21:49  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и  
методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
«24» 01 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В**  
**НЕФТЕГАЗОХИМИИ**  
Направление подготовки

**18.04.01 Химическая технология**

Направленность программы магистратуры  
**Технология и продукты нефтегазохимии**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра технологии нефтехимических и углехимических производств

Санкт-Петербург

2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Старший преподаватель		Демидов П.А.

Рабочая программа дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы в нефтегазохимии» обсуждена на заседании кафедры технологии нефтехимических и углехимических производств

протокол от 21.12.2022 №3

Заведующий кафедрой

С.В. Дронов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от 19.01.2023 №5

Председатель

М.В. Рутто

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП		М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## Оглавление

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
3	Объем дисциплины.....	5
4	Содержание дисциплины.....	6
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий .....	6
4.2	Занятия лекционного типа .....	6
4.3	Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).....	7
4.4	Самостоятельная работа обучающихся.....	8
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	9
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	9
7	Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	10
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	10
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	11
10.1	Информационные технологии.....	11
10.2	Программное обеспечение.....	11
10.3	Базы данных и информационные справочные системы .....	11
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	11
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12
	Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине .....	13

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы в нефтегазохимии» преследует цель – повышение уровня знаний магистрантов в области химической технологии процессов нефтехимического синтеза, а также химической технологии природных энергоносителей.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-1</b> Способен планировать производственно-технологические работы</p>	<p><b>ПК-1.3</b> Умение вносить предложения в планы внедрения новой техники и технологии</p>	<p><b>Знать:</b> основы планирования производственной деятельности (ЗН-1);</p> <p><b>Уметь:</b> вносить предложения в планы внедрения новой техники и технологии (У-1);</p> <p><b>Владеть:</b> навыками оформления рационализаторских предложений с учетом существующей нормативной документации (Н-1).</p>
<p><b>ПК-5</b> Способен применять меры по ускорению освоения в производстве прогрессивных технологических процессов, широкому внедрению научно-технических достижений</p>	<p><b>ПК-5.4</b> Умение проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы перспективных и вновь разрабатываемых технологических процессов (ЗН-2);</p> <p><b>Уметь:</b> проводить работу по освоению новых технологических процессов (У-2);</p> <p><b>Владеть:</b> навыками организации работ по освоению новых технологических процессов (Н-2).</p>

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теоретические и экспериментальные методы в нефтегазохимии» является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.01.01) при подготовке магистров по химической технологии природных энергоносителей.

Дисциплина изучается на первом курсе обучения в магистратуре в первом семестре.

## 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	43ЕТ/144часов
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	64
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (9)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	10
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	80
<b>Формы текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, экзамен)	Зачет

## 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	Лабораторные работы			
1	Статистические методы обработки экспериментальных результатов		4	-	10	ПК-1	ПК-1.3
2	Физико-химические методы исследования реакций	12	20	-	50	ПК-1	ПК-1.3
3	Кинетические методы исследования гомогенных реакций	6	12	-	20	ПК-5	ПК-5.4
	<b>Итого</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>80</b>		

### 4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><b>Физико-химические методы исследования реакций</b></p> <p>Теоретические основы спектральных методов исследования. Способы изображения спектров поглощения. Связь колебательных спектров со строением органических соединений. Использование инфракрасной (ИК), ультрафиолетовой (УФ) спектроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) при изучении состава горючих ископаемых и продуктов их переработки.</p> <p>Рентгеноструктурный анализ. Методы электронной спектроскопии. Упругое и неупругое столкновение. Использование методов дифракции медленных электронов, ОЖЕ-спектроскопии, спектроскопии характеристических потерь энергии электронов низкой энергии при исследовании каталитических процессов.</p> <p>Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) как метод исследования радикальных реакций. Парамагнетизм, спектры ЭПР. Общие принципы устройства и работы ЭПР-спектрометров.</p> <p>Физико-химические измерения методом газовой хроматографии. Определение изотермы адсорбции, удельной поверхности катализатора методом газовой хроматографии.</p> <p>Масс-спектроскопия как метод идентификации органических соединений. Зависимость вида масс-спектра от структуры соединений. Правила и закономерности распада</p>	12	Лекция – визуализация (ЛВ)

	молекулярного иона и фрагментации промежуточных положительно заряженных частиц, образовавшихся из молекулярного иона. Хромато-масс-спектрометрический метод. Фотостационарные методы. Основы теории фотостационарных методов. Флуоресценция, хемилюминесценция. Исследование реакций с участием возбужденных частиц, радикалов, карбокатионов в жидкой фазе.		
3	<p><u>Кинетические методы исследования</u></p> <p>Метод конкурирующих реакций и метод остановки реакции. Струевые методы. Принципы и типы струевой аппаратуры. Типы струевых методов. Оценка эффективности применения различных типов струйной аппаратуры при исследовании химических реакций.</p> <p>Релаксационные методы исследования реакционных систем. Основные направления использования релаксационных явлений. Методы скачка температуры. Техника возмущения. Методы скачка давления и возмущения электрическим полем. Ультразвуковые и электрохимические методы.</p> <p>Реакторы для изучения кинетики органических реакций. Интегральные и дифференциальные реакторы. Безградиентные реакторы. Реакционные устройства с импульсным и периодическим кратковременным вводом реагентов.</p> <p>Использование метода отклика, методов температурно-программированной десорбции (ТПД), температурно-программированной реакции (ТПР) при изучении промежуточных соединений на поверхности катализатора. Метод молекулярных пучков, ТАР реактор. Основные характеристики методов, их преимущества и недостатки.</p>	6	Лекция – визуализация (ЛВ)

#### 4.3 Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую	
1	<p><u>Статистические методы обработки экспериментальных результатов</u></p> <p>Предварительная обработка опытных данных. Оценка воспроизводимости. Вычисление характеристик эмпирических распределений. Нормальное распределение; преобразование распределений к нормальному.</p> <p>Уравнение регрессии. Парная корреляция. Статистическое оценивание результатов расчетов. Оценка линейности регрессии. Парная корреляция и способы ее оценки. Метод линеаризации при обработке экспериментальных данных, выбор оптимальной формы связи между двумя переменными физическими величинами.</p> <p>Статистические методы обработки экспериментальных результатов и выбор кинетической модели химической реакции по экспериментальным данным с использованием ЭВМ</p>	4	3	Работа в группах

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую	
2	<p><u>Физико-химические методы исследования реакций</u>  Исследования гетерогенных каталитических реакций в процессах переработки горючих ископаемых на основе методов ИК спектроскопии (пропускания, диффузная, эмиссионная) и спектроскопии КР.  Применение ЭПР в химической кинетике и при исследовании каталитических реакций, протекающих в жидкой фазе и на поверхности твердого катализатора.  Применение метода ЯМР для исследования межмолекулярных взаимодействий и в гетерогенном катализе. Кинетика обменных процессов.  Возможности метода и его применение при идентификации органических соединений.</p>	20	3	Работа в группах
3	<p><u>Кинетические методы исследования</u>  Кинетика реакций термического разложения органических соединений. Пиролиз алканов. Основные реакции. Ингибированный и активированный пиролиз.  Кинетический анализ и методология расчета кинетических параметров реакций термического разложения углеводов.  Кинетика гетерогенных каталитических реакций превращений и синтеза углеводов. Сложные кинетические уравнения. Линеаризация кинетических уравнений, описывающих гетерогенные каталитические процессы.  Кинетика каталитических реакций с дезактивацией катализатора. Формальные модели дезактивации.  Дезактивация и селективность. Регенерация закоксированных катализаторов.</p>	12	3	Работа в группах

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<p><u>Статистические методы обработки экспериментальных результатов</u>  Статистические методы обработки экспериментальных результатов и выбор кинетической модели химической реакции по экспериментальным данным с использованием ЭВМ.</p>	10	Дискуссия



№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	<p><u>Физико-химические методы исследования реакций</u></p> <p>Ультрафиолетовая спектроскопия. Основные типы хромофоров. Идентификация органических соединений методом УФ спектроскопии, возможности и ограничения метода. Решение задач по расчету предполагаемых значений величин длин волн, отвечающих максимуму поглощения вещества в области, характерной для электронной спектроскопии.</p> <p>Колебательная спектроскопия. Типы колебаний. Сравнительная характеристика ИК- и КР-спектров. Основные характеристические колебания. Возможности и ограничения метода. Решения задач, связанных с установлением структуры органических соединения на основе ИК-спектроскопии, меж- и внутримолекулярных связей гетероорганических соединений. Совместное применение спектральных методов для установления структуры органического соединения. Типовая схема решения задач по идентификации неизвестного органического соединения. Решение задач по установлению строения вещества на базе комплексного использования спектральных данных (УФ, ИК, ПМР спектроскопия, масс-спектрометрия.).</p>	50	Дискуссия
3	<p><u>Кинетические методы исследования</u></p> <p>Импульсные методы исследования реакций протекающих в жидкой и газовой средах. Импульсный фотолиз, импульсный радиолиз, метод ударных труб. Определение кинетических параметров гомогенных реакций по экспериментальным данным. Влияние температуры на скорость сложных реакций.</p> <p>Импульсные методы исследования кинетики гетерогенно-каталитических реакций и адсорбционных свойств катализатора. Особенности метода, его разновидности (микркаталитический, хроматографический).</p>	20	Дискуссия

## 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

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенции. При сдаче зачета студент получает один вопрос из перечня вопросов.

## **7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

1 Сильверстейн, Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с. – ISBN 978-5-94774-392-0.

2 Спейт, Д.Г. Анализ нефти: Справочник / Дж. Г. Спейт; пер. с англ. под ред. Л. Г. Нехамкиной, Е. А. Новикова. - СПб.: Профессия, 2010. - 479 с. - ISBN 978-5-91884-014-6.

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

1 Демидов, П.А. Экспериментальные методы исследования процессов переработки горючих ископаемых [Электронный ресурс]: учебное пособие/ П.А. Демидов, Ю.В. Демидова ; СПбГТИ(ТУ). Электрон. текстовые дан. - СПб., 2017. - 45 с.

2 Демидов, П.А. Масс-спектрометрический и хроматографический анализ органических веществ : учебное пособие / П. А. Демидов, Ю. В. Демидова ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра технологии нефтехимических и углехимических производств. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2021. - 101 с.// СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.06.2021).

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Теоретические и экспериментальные методы в нефтегазохимии» 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.

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 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;
- использование мультимедийных средств в лабораторном практикуме
- взаимодействие с обучающимися посредством электронно-информационной образовательной среды (ЭИОС).

### **10.2 Программное обеспечение**

- Microsoft Office (Microsoft Excel);
- Mathcad 14
- Autodesk AutoCAD 2015
- Microsoft Visio
- VMGSim
- Aspen Plus, Hysys

### **10.3 Базы данных и информационные справочные системы**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<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.

## Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины

### Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине

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

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
<b>ПК-1</b>	Способен планировать производственно-технологические работы	промежуточный
<b>ПК-5</b>	Способен применять меры по ускорению освоения в производстве прогрессивных технологических процессов, широкому внедрению научно-технических достижений	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)	
			«зачтено» (пороговый)	«не зачтено»
<b>ПК-1.3</b> Умение вносить предложения в планы внедрения новой техники и технологии	<b>Знать:</b> основы планирования производственной деятельности (ЗН-1);	Правильные ответы на вопросы №1-4 к зачету	Знает некоторые принципы планирования производственной деятельности (ЗН-1)	Не знает никаких принципов планирования производственной деятельности(ЗН-1)
	<b>Уметь:</b> вносить предложения в планы внедрения новой техники и технологии (У-1);	Правильные ответы на вопросы №5-9 к зачету	Умеет вносить предложения и планы по совершенствованию техники (У-1);	Не умеет вносить предложения по совершенствованию техники(У-1);
	<b>Владеть:</b> навыками оформления рационализаторских предложений с учетом существующей нормативной документации (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №10-14 к зачету	Владеет навыками составления рац предложений(Н-1).	Не владеет навыками составления рац предложений (Н-1).
<b>ПК-5.4</b> Умение проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов	<b>Знать:</b> теоретические основы перспективных и вновь разрабатываемых технологических процессов (ЗН-2);	Правильные ответы на вопросы №15-24 к зачету	Знает возможности совершенствования действующих процессов (ЗН-2);	Не знает основ перспективных технологических процессов (ЗН-2);
	<b>Уметь:</b> проводить работу по освоению новых технологических процессов (У-2);	Правильные ответы на вопросы №25-33 к зачету	Умеет разрабатывать основы новых технологических процессов(У-2)	Не способен к освоению новых технологических процессов (У-2)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«зачтено» (пороговый)	«не зачтено»
	<b>Владеть:</b> навыками организации работ по освоению новых технологических процессов (Н-2).	Правильные ответы на вопросы №34-41 к зачету	Владеет выбором совершенного оборудования и технологий (Н-2).	Не владеет основами организации работ по освоению новых процессов (Н-2).

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
 Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

### 3. Контрольные для проведения промежуточной аттестации на зачете

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

1. Принципы, лежащие в основе исследования процессов органического и нефтехимического синтеза. Характеристики методов.
2. Прямая и обратная задачи физико-химических и кинетических методов. Характеристическое время.
3. Теоретические основы колебательной, ИК и вращательной спектроскопии. Характеристические частоты и структурный анализ органических соединений методами колебательной спектроскопии.
4. Использование ИК-спектроскопии при исследовании равновесных реакций в жидкой и газовой фазах.
5. Применение ИК-спектроскопии при исследовании гетерогенных каталитических реакций.
6. ИК-спектроскопия диффузного отражения; эмиссионная ИК-спектроскопия.
7. Теоретические основы спектроскопии комбинационного рассеяния. Вращательные спектры комбинационного рассеяния.
8. Спектроскопия когерентного антистоксова комбинационного рассеяния света (КАРС).
9. Основы теории электронных спектров молекул. Классификация электронных переходов.
10. Структурно-спектральные корреляции органических соединений. Применение метода УФ спектроскопии в органическом синтезе.
11. Основные принципы электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Явление парамагнетизма. Процессы релаксации. Спектры ЭПР. Применение метода ЭПР в химической кинетике.
12. Комплексообразование, ассоциация гомогенных катализаторов. Изучение радикальных центров и структуры солей переходных элементов в катализаторах гетерогенных реакций.
13. Общие принципы устройства и работа ЭПР спектрометра.
14. Основы теории ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Химические сдвиги ядер и спин-спиновое взаимодействие.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:

15. Применение метода ПМР-спектроскопии для идентификации органических соединений и исследования межмолекулярных взаимодействий в жидкой фазе.
16. Методические основы масс-спектрометрии. Масс-спектрометрические закономерности и правила.
17. Идентификация органических соединений с помощью масс-спектрометрии. Определение потенциалов ионизации при исследовании ионных реакций.
18. Масс-спектрометрия в химической кинетике. Техника эксперимента масс-спектрометрии.
19. Исследование поверхности твердого тела методами Оже-спектроскопии, рентгеноэлектронной спектроскопии (РЭС), метода характеристических потерь энергии медленных электронов.
20. Теоретические основы методов. Структурный анализ веществ, сорбированных на поверхности катализатора.



21. Хроматографические методы анализа. Теоретические закономерности хроматографических процессов. Газожидкостная, тонкослойная, препаративная колоночная и жидкостная хроматография.

22. Чувствительность, селективность и эффективность хроматографических методов исследования. Качественный и количественный анализ продуктов органического синтеза.

23. Применение потоковых хроматографов. Хроматографический метод исследования кинетики гетерогенных каталитических реакций. Хромато-масс-спектрометрический метод.

24. Методы исследования "быстрых" реакций. Принципы лежащие в основе методов изучения "быстрых" реакций.

25. Методы исследования кинетики химических реакций, основанные на "быстром смешивании реагентов". Постоянная, ускоренная, остановленная струя. Расчеты кинетических параметров реакции.

26. Релаксационные методы исследования реакционных систем. Теоретические основы релаксационных методов.

27. Методы скачка температуры, давления, прерывистого освещения. Линеаризованные кинетические уравнения и времена релаксации.

28. Обработка кинетического эксперимента при использовании релаксационных способов исследования равновесных химических, радикальных и ионных реакций.

29. Фотостационарные методы. Основы теории фотостационарных методов. Флуоресценция, люминесценция, хемилюминесценция.

30. Применение фотостационарных методов при исследовании кинетики химических реакций.

31. Методы импульсного фотолиза и радиолиза. Теоретические основы методов.

32. Применение метода импульсного фотолиза для изучения кинетических закономерностей гибели возбужденных молекул, радикалов, карбониевых ионов.

33. Экспериментальные методы исследования кинетики каталитических гетерогенных реакций. Интегральные методы.

34. Статические реакторы и установки. Проточные интегральные реакторы. Дифференциальные методы.

35. Безградиентные реакторы и установки для газофазных реакций. Реактор с единичным зерном.

36. Погрешности экспериментальных методов исследования и их классификация. Понятие распределения случайной величины.

37. Доверительная вероятность и уровень значимости. Построение доверительных интервалов изменения случайной величины.

38. Погрешности косвенных измерений. Связь абсолютной и относительной погрешностей результата эксперимента с погрешностями его отдельных этапов.

39. Уравнение регрессии. Статистическое оценивание результатов расчетов.

40. Метод линеаризации при обработке экспериментальных данных, выбор оптимальной формы аппроксимирующей кривой.

41. Оценка адекватности математической модели по данным корреляционного и регрессионного анализа.

При сдаче зачета 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 УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.