

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 20:41:03  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

**Рабочая программа дисциплины  
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ И ПОРИСТЫХ ТЕЛ**

**Направление подготовки  
18.03.01 Химическая технология**

**Направленность программы бакалавриата  
Химическая технология органических веществ**

**Профессиональный модуль  
Технология средств химической защиты в чрезвычайных ситуациях**

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... | 03 |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....                                                                      | 09 |
| 3. Объем дисциплины .....                                                                                                                     | 09 |
| 4. Содержание дисциплины .....                                                                                                                | 10 |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....                                                                                                  | 10 |
| 4.2. Занятия лекционного типа .....                                                                                                           | 11 |
| 4.3. Занятия семинарского типа .....                                                                                                          | 13 |
| 4.3.1. Семинары, практические занятия .....                                                                                                   | 13 |
| 4.3.2. Лабораторные занятия .....                                                                                                             | 13 |
| 4.4. Самостоятельная работа .....                                                                                                             | 14 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....                                       | 14 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....                                                                       | 15 |
| 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....                                           | 15 |
| 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....                            | 15 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....                                                                         | 16 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....                          | 16 |
| 10.1. Информационные технологии .....                                                                                                         | 16 |
| 10.2. Программное обеспечение .....                                                                                                           | 16 |
| 10.3. Информационные справочные системы .....                                                                                                 | 16 |
| 11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....                                 | 16 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....                                          | 17 |
| Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации. 18                                                             |    |

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

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Коды компетенции | Результаты освоения ООП (содержание компетенций)                                                                                                                                                                        | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-3</b>     | готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире | <p><b>Знать:</b> основные положения теории структуры пористых сред, строение реальных пористых тел, основные характеристики параметров пористой структуры, общие представления о химической природе поверхности сорбентов: углеродсодержащих и минеральных материалов.</p> <p>Понятия «структура», «структурный элемент», «дальний порядок», «ближний порядок», «пористость», «порозность», зависимость Радушкевича; классификацию твердых тел по структурному типу, пористых тел по генезису, пористых тел по размерно-геометрическому фактору. Особенности строения структур сложения и структур вычитания. Основные принципы моделирования и классификацию (основные модели) пористых систем. Основные параметры пористой структуры: общий объем пор и объемы их отдельных разновидностей.</p> <p>Характеристические размеры пор и распределение их по размерам, внутренняя поверхность пористой системы (общий объем пор, пористость, удельный суммарный объем пор, эквивалентный радиус пор). Классификацию пор по Дубинину, Черемскому.</p> <p>Иметь общие представления о химической природе поверхности сорбентов: углеродсодержащих и минеральных материалов.</p> |
| <b>ПК-10</b>     | способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа                                                                                                             | <p><b>Знать:</b> теоретические основы методов исследования высокодисперсных и пористых материалов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| Коды компетенции | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                  | <p>Классификацию и характеристику основных методов порометрии. Теоретические основы адсорбционно-структурных методов исследования высокодисперсных и пористых материалов (пикнометрических, вальюмометрических, методов определения изотерм сорбции в статических и динамических условиях.</p> <p>Теоретические основы капиллярных методов исследования высокодисперсных и пористых материалов (ртутной порометрии и капиллярной дефектоскопии).</p> <p>Теоретические основы методов непосредственного наблюдения для исследования высокодисперсных и пористых материалов (электронной микроскопии; световой микроскопии; просвечивания: радиографического, радиоскопического, радиометрического). Визуально-оптические методы анализа.</p> <p>Теоретические основы методов прочностных испытаний высокодисперсных и пористых материалов; иметь понятие терминов: прочности, надежности, предела прочности, хрупкости, ударной прочности, ударной вязкости, долговечности, динамической усталости, выносливости, износа; основные положения теории прочности.</p> <p>Теоретические основы электрохимических методов исследования высокодисперсных и пористых тел; классификацию электронно-обменных электродов (активные и инертные металлические электроды,</p> |

| Коды компетенции | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                  | <p>электроды 1 и 2 рода); прямые и косвенные методы потенциометрии; классификацию методов ионометрии; импульсной и переменноточковой полярографии; прямой, инверсионной и косвенной вольтамперометрии; методику амперометрического титрования.</p> <p>Теоретические основы термического метода анализа высокодисперсных и пористых материалов; дифференциально-термического анализа; термогравиметрического анализа; виды термограмм.</p> <p>Методы исследования углеродсодержащих материалов: определение содержания кислых и основных окислов на поверхности углей; определение содержания карбонильных, карбоксильных и фенольных функциональных групп на поверхности углей; методы исследования минеральных материалов: методы определения силанольных, силоксановых и других поверхностных групп.</p> <p>Общую характеристику, теоретические основы метода рентгеновского малоуглового рассеяния. Особенности и возможности метода.</p> <p>___Основные понятия хроматографического метода анализа. Возникновение и основные этапы развития хроматографии. Классификацию видов хроматографии. Классификацию вариантов хроматографического метода разделения смесей. Проявительный, вытеснительный, фронтальный методы. Газожидкостную хроматографию: параметры удерживания и</p> |

| Коды компетенции | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                  | <p>разделения. Основные соотношения, характеризующие удерживание. Мертвое время удерживания, время удерживания, константа распределения, объем удерживания, исправленный объем удерживания, фактор емкости, разрешение кривых удерживания. Основные процессы, протекающие в хроматографической колонке. Газохроматографическое разделение и размывание хроматографических зон (Вихревая диффузия, диффузия в газовой фазе, межфазный массоперенос и размывание пика). Расчетный аппарат теории неравновесной хроматографии. Теория ВЭТТ. Селективность разделения и эффективность хроматографической колонки. Качественный анализ. Идентификация компонентов смеси по характеристикам удерживания. Количественный анализ. Метод внутреннего стандарта.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить анализ высокодисперсных и пористых материалов.</p> <p>Проводить анализ высокодисперсных и пористых материалов с использованием пикнометрии и волюмометрии. Определять изотермы сорбции в динамических условиях.</p> <p>Строить интегральные и дифференциальные порограммы.</p> <p>Проводить прочностные испытания (прочность при истирании) высокодисперсных и пористых материалов.</p> <p>Проводить анализ высокодисперсных и пористых материалов методом</p> |

| Коды компетенции | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                  | <p>потенциометрии (рН-метрии).<br/> Проводить определение содержания кислых и основных окислов на поверхности углей; определение содержания карбонильных, карбоксильных и фенольных функциональных групп на поверхности углей.<br/> Проводить качественный и количественный анализ высокодисперсных и пористых материалов методом газовой хроматографии; проводить обсчет хроматографических пиков.</p> <p><b>Владеть:</b> расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов анализа.<br/> Расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов анализа.<br/> Расчетным аппаратом для определения величины удельной поверхности пор методом ртутной порометрии.<br/> Расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов анализа электронной и световой микроскопии.<br/> Методикой проведения испытаний прочности при истирании, расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов анализа прочности при истирании.<br/> Расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов потенциометрического анализа.<br/> Расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов химического анализа.<br/> Расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов анализа методом РМУ.<br/> Расчетным аппаратом для</p> |

| Коды компетенции    | Результаты освоения ООП (содержание компетенций)                                                                                                                                                                                                                                         | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>осуществления оценки результатов газохроматографического анализа.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>ПК-19</b></p> | <p>готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления</p> | <p><b>Знать:</b> теоретические основы устройства и принципа работы приборов и устройств.<br/> Теоретические основы устройства и работы ртутно-порометрической установки.<br/> Теоретические основы устройства и принципа работы просвечивающего электронного микроскопа, поляризационного микроскопа.<br/> Теоретические основы устройства и принципа работы ионообменных селективных электродов; иономера (потенциометра) на примере анализатора жидкости «Эксперт-001»; электролитической и полярографической ячейки; полярографа.<br/> Теоретические основы устройства и принципа работы хроматографической установки: системы ввода и регулирования скорости подачи газа-носителя; устройства ввода образца; дозирующих устройств; хроматографических колонок; термостата; блока программирования температуры; детекторов: катарометра, пламенно-ионизационного детектора.</p> <p><b>Уметь:</b> пользоваться приборами и устройствами для проведения исследований материалов и изделий.<br/> Пользоваться поляризационным микроскопом для проведения исследований материалов и изделий.<br/> Пользоваться иономером и</p> |

| Коды компетенции | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                  | <p>потенциометром (рН-метром) для проведения исследований материалов и изделий.<br/> Пользоваться газовыми хроматографами Цвет-100 и Цвет-500.</p> <p><b>Владеть:</b> методикой работы с приборами и устройствами, используемыми для проведения анализа.<br/> Методикой работы с иономером (потенциометром) на примере анализатора жидкости «Эксперт-001», рН-метра.<br/> Методикой работы с газовыми хроматографами Цвет-100 и Цвет-500.</p> |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к профессиональному модулю по выбору Б.1.В.ДВ.01.04. «Технология средств химической защиты в чрезвычайных ситуациях», является обязательной (Б.1.В.ДВ.01.04.04) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физико-химические методы анализа», «Теоретические основы физической адсорбции и адсорбционных процессов».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Методы исследования высокодисперсных и пористых тел» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы                                                          | Всего, академических часов |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                                             | Очная форма обучения       |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)</b> | 6/ 216                     |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>                                  | <b>108</b>                 |
| занятия лекционного типа                                                    | 36                         |
| занятия семинарского типа, в т.ч.                                           | 54                         |
| семинары, практические занятия                                              | -                          |

| Вид учебной работы                                             | Всего,<br>академических<br>часов |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                                                | Очная форма<br>обучения          |
| лабораторные работы                                            | 54                               |
| курсовое проектирование (КР или КП)                            | КР                               |
| КСР,<br>из них курсовая работа                                 | 18<br>16                         |
| другие виды контактной работы                                  | -                                |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                  | <b>72</b>                        |
| <b>Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)</b>        | -                                |
| <b>Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)</b> | Экзамен, КР<br>(36ч)             |

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

| №<br>п/<br>п | Наименование<br>раздела дисциплины                                                           | Занятия лекционного типа,<br>акад. часы | Занятия семинарского<br>типа,<br>академ. часы |                        | Самостоятельная работа,<br>акад. часы | Формируемые компетенции |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
|              |                                                                                              |                                         | Семинары и/или<br>практические<br>занятия     | Лабораторные<br>работы |                                       |                         |
| 1.           | Понятие «пористость» и «структура». Особенности и классификация пористой структуры сорбентов | 4                                       | -                                             | -                      | -                                     | ОПК-3                   |
| 2.           | Основные методы порометрии                                                                   | 4                                       | -                                             | -                      | -                                     | ПК-10                   |
| 3.           | Адсорбционно-структурные методы                                                              | 4                                       | -                                             | 30                     | 20                                    | ПК-10                   |
| 4.           | Капиллярные методы: ртутная порометрия                                                       | 2                                       | -                                             | 10                     | 12                                    | ПК-10<br>ПК-19          |
| 5.           | Методы непосредственного наблюдения: электронная микроскопия                                 | 2                                       | -                                             | -                      | 16                                    | ПК-10<br>ПК-19          |
| 6.           | Методы прочностных испытаний                                                                 | 2                                       | -                                             | 6                      | -                                     | ПК-10                   |
| 7.           | Электрохимические методы исследования природы поверхности: потенциометрия                    | 2                                       | -                                             | -                      | -                                     | ПК-10<br>ПК-19          |
| 8.           | Термографические методы исследования                                                         | 2                                       | -                                             | -                      | -                                     | ПК-10                   |
| 9.           | Химические методы исследования природы поверхности                                           | 2                                       | -                                             | 8                      | -                                     | ОПК-3,<br>ПК-10         |
| 10.          | Метод малоуглового рассеяния излучений                                                       | 2                                       | -                                             | -                      | 12                                    | ПК-10                   |
| 11.          | Хроматография                                                                                | 10                                      | -                                             | -                      | 12                                    | ПК-10<br>ПК-19          |

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| 1                    | <u>Понятие «пористость» и «структура».</u><br><u>Особенности и классификация пористой структуры сорбентов.</u><br>Общие представления о пористой структуре и методах ее исследования. Структура пористых сред. Строение реальных пористых тел. Моделирование пористых систем. Основные параметры пористой структуры.                                                                                                                                                                                 | 4                 | Презентация         |
| 2                    | <u>Основные методы порометрии.</u><br>Классификация и характеристика основных методов порометрии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4                 | Презентация         |
| 3                    | <u>Адсорбционно-структурные методы.</u><br>Пикнометрические методы исследования: газовая и жидкостная пикнометрия. Объемно-весовые методы исследования (волюмометрия). Метод «молекулярного щупа». Определение изотерм сорбции в статических условиях: весовой статический метод (весы Мак-Бена), объемный статический метод, метод калиброванной капиллярной микробюретки, объемно-весовой статический метод (метод независимого взвешивания). Определение изотерм сорбции в динамических условиях. | 4                 | Презентация         |
| 4                    | <u>Капиллярные методы.</u><br>Ртутная порометрия. Научные основы метода. Допущения и ошибки метода. Расчет структурных кривых. Интегральная и дифференциальная порограммы. Определение удельных поверхностей сорбентов и катализаторов РП-методом. Капиллярная дефектоскопия.                                                                                                                                                                                                                        | 2                 |                     |
| 5                    | <u>Методы непосредственного наблюдения.</u><br>Электронная микроскопия. Световая микроскопия. Просвечивание: радиографический, радиоскопический, радиометрический методы анализа. Визуально-оптические методы анализа.                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                 |                     |
| 6                    | <u>Методы прочностных испытаний.</u><br>Понятие прочности. Прочность на истирание. Прочность на раздавливание. Обработка результатов испытаний.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                 |                     |
| 7                    | <u>Электрохимические методы исследования природы поверхности.</u><br>Потенциометрия. Классификация методов. Потенциометрическое титрование. Полярография. Вольтамперометрия.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                 | Презентация         |

| №<br>раздела<br>дисциплины | Наименование темы<br>и краткое содержание занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Объем,<br>акад. часы | Инновационная<br>форма |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|
|                            | Теоретические основы и расчетный аппарат метода.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |                        |
| 8                          | <u>Термографические методы исследования.</u><br>Термический анализ. Дифференциально-термический анализ. Термогравиметрический анализ. Термическая характеристика термограммы. Виды термограмм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                    |                        |
| 9                          | <u>Химические методы исследования природы поверхности.</u><br>Общие представления о химической природе поверхности сорбентов. Методы исследования углеродсодержащих материалов: определение содержания кислых и основных окислов на поверхности углей; определение содержания карбонильных, карбоксильных и фенольных функциональных групп на поверхности углей. Методы исследования минеральных материалов: методы определения силанольных, силоксановых и других поверхностных групп.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2                    |                        |
| 10                         | <u>Метод малоуглового рассеяния излучений.</u><br>Рассеяние рентгеновских лучей. Рассеяние нейтронов. Общая характеристика метода. Теоретические основы метода. Особенности и возможности метода.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2                    |                        |
| 11                         | <u>Хроматография.</u><br>Хроматография, как область науки. Основные понятия. Возникновение и основные этапы развития хроматографии. Классификация видов хроматографии. Классификация вариантов хроматографического метода разделения смесей. Проявительный, вытеснительный, фронтальный методы. Газожидкостная хроматография: устройство хроматографической установки. Газ-носитель. Ввод образца, дозирующие устройства. Хроматографические колонки. Термостат. Программирование температуры. Детекторы: катарометр, пламенно-ионизационный детектор. Параметры удерживания и разделения. Основные соотношения, характеризующие удерживание. Мертвое время удерживания, время удерживания, константа распределения, объем удерживания, исправленный объем удерживания, фактор емкости, разрешение кривых удерживания. Основные процессы, протекающие в хроматографической колонке. Газохроматографическое разделение и | 10                   | Презентация            |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
|                      | размывание хроматографических зон. Вихревая диффузия, диффузия в газовой фазе, межфазный массоперенос и размывание пика. Расчетный аппарат теории неравновесной хроматографии. Теория ВЭТГ. Селективность разделения и эффективность хроматографической колонки. Качественный анализ. Идентификация компонентов смеси по характеристикам удерживания. Количественный анализ. Метод внутреннего стандарта. |                   |                     |

#### 4.3. Занятия семинарского типа.

##### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены

##### 4.3.2. Лабораторные занятия.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия                                                                                                                         | Объем, акад. часы | Примечание                           |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 3                    | <u>Адсорбционно-структурные методы</u><br>Определение пикнометрической плотности сорбента весовым методом.                                                             | 6                 | Защита отчета по лабораторной работе |
| 3                    | <u>Адсорбционно-структурные методы</u><br>Определение кажущейся плотности сорбента объемным методом (вольмометрией).                                                   | 6                 | Защита отчета по лабораторной работе |
| 3                    | <u>Адсорбционно-структурные методы</u><br>Определение насыпной (гравиметрической).                                                                                     | 2                 | Защита отчета по лабораторной работе |
| 4                    | <u>Методы прочностных испытаний</u><br>Определение прочности сорбентов при истирании.                                                                                  | 6                 | Защита отчета по лабораторной работе |
| 3                    | <u>Адсорбционно-структурные методы</u><br>Получение изотермы адсорбции по парам воды весовым статическим методом и определение параметров пористой структуры сорбента. | 6                 | Защита отчета по лабораторной работе |
| 9                    | <u>Химические методы исследования природы поверхности</u><br>Определение содержания кислых и основных окислов на поверхности активных углей.                           | 8                 | Защита отчета по лабораторной работе |
| 3                    | <u>Адсорбционно-структурные методы</u><br>Определение параметров пористой структуры активного угля по сорбции красителя метиленового голубого.                         | 10                | Защита отчета по лабораторной работе |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия                                                                                             | Объем, акад. часы | Примечание       |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|
| 4                    | <u>Капиллярные методы</u><br>Определение параметров пористой структуры методом ртутной порометрии. Расчет и построение структурных кривых. | 10                | Расчетная задача |

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения                                                                                                                                                                                                                                                  | Объем, акад. часы | Форма контроля  |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|
| 3                    | <u>Адсорбционно-структурные методы</u><br>Определение изотерм сорбции в статических условиях: Объемный статический метод, метод калиброванной капиллярной микробюретки, объемно-весовой статический метод (метод независимого взвешивания). Определение изотерм сорбции в динамических условиях. | 20                | Устный опрос №1 |
| 4                    | <u>Ртутная порометрия.</u><br>Допущения и ошибки метода. Определение удельных поверхностей сорбентов и катализаторов РП-методом. Капиллярная дефектоскопия.                                                                                                                                      | 12                | Устный опрос №1 |
| 5                    | <u>Методы непосредственного наблюдения</u><br>Световая микроскопия. Просвечивание: радиографический, радиоскопический, радиометрический методы анализа. Визуально-оптические методы анализа.                                                                                                     | 16                | Устный опрос №2 |
| 10                   | <u>Метод малоуглового рассеяния излучений.</u><br>Рассеяние нейтронов. Общая характеристика метода. Теоретические основы метода. Особенности и возможности метода.                                                                                                                               | 12                | Устный опрос №2 |
| 11                   | <u>Хроматография</u><br>Качественный анализ. Идентификация компонентов смеси по характеристикам удерживания. Количественный анализ. Метод внутреннего стандарта.                                                                                                                                 | 12                | Устный опрос №3 |

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

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 защиты курсовой работы и экзамена.

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

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 60 мин.

Пример экзаменационного билета:

### **Вариант № 1**

1. Моделирование пористых систем. Глобулярная модель пористой структуры. Математический аппарат описания регулярных (модель правильных упаковок шаров) и нерегулярных упаковок глобул.
2. Хроматография. Параметры удерживания и разделения.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

### **а) основная литература:**

1. Экспериментальные методы химии высоких энергий: Учебное пособие для вузов / М.Я.Мельников и др.; под ред. М.Я.Мельникова. - М: Изд-во Моск. Ун-та, 2009. - 823 с.
2. Булатов, М.И. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: текст лекций / М.И.Булатов, Т.Э.Маметнабиев, С.В.Харитонов – СПб: СПбГТИ(ТУ), 2010. - 207 с. (ЭБ)

### **б) дополнительная литература:**

1. Пергамент, М.И. Методы исследований в экспериментальной физике: Учебное пособие для вузов/М.И.Пергамент. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 300 с.

### **в) вспомогательная литература:**

1. Физические методы исследования неорганических веществ: Учебное пособие / Т.Г.Баличева и др.; под ред. А.Б.Никольского. - М: Academia, 2006. - 443 с.

## **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 проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ(ТУ) 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

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(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовая работа. Курсовой проект. Общие требования.

СТО СПбГТИ(ТУ) 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 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:

- 1 чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- 2 взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Программное обеспечение практики включает необходимые программы и пакеты программ:

стандартные программные продукты пакета «Apache\_OpenOffice»

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных занятий используются учебные аудитории, оснащенные мебелью, проектором BenQ MX518, ноутбуками HP Compaq Presario в количестве 2 штук, проектором Vivitek D508 DLP, проекционными экранами в количестве 2 штук, пульта для управления презентацией, досками, на 20-30 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используются лабораторные практикумы, оснащенные оригинальными специализированными установками ВТА

(установки для определения параметров сорбирующих материалов в динамических условиях); титровальными установками; электрошкафом сушильным; печью муфельной LF – 5/11 – G1; аквадистиллятором ДЭ-10; компрессором BRAVO-94-3М (МК-102); ультратермостатом 2-15С, колориметром КФК-2, прибором для определения механической прочности на истирание; виброситом; центрифугой ЦІМН Р-10-0,1; колориметром КФК-2МП; спектрофотометром LEKI SS2107; перемешивающим устройством LOIP LS, и весовая, оснащенная весами лабораторными ВМ 213; весами ВМК 1501; весами ВМК 651; весами аналитическими ВЛР-200.

## **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  
по дисциплине «Методы исследования высокодисперсных и пористых тел»**

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

| Компетенции |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Индекс      | Формулировка                                                                                                                                                                                                                                                                             | Этап формирования |
| ОПК-3       | <b>готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире</b>                                                           | промежуточный     |
| ПК-10       | <b>способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа</b>                                                                                                                                                                       | промежуточный     |
| ПК-19       | <b>готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления</b> | промежуточный     |

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

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Критерий оценивания                          | Компетенции |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------|
| Освоение раздела № 1                              | <b>Знает:</b> основные положения теории структуры пористых сред, строение реальных пористых тел, основные характеристики параметров пористой структуры. Понятия «структура», «структурный элемент», «дальний порядок», «ближний порядок», «пористость», «порозность», зависимость Радушкевича; классификацию твердых тел по структурному типу, пористых тел по генезису, пористых тел по размерно-геометрическому фактору. | Правильные ответы на вопросы №1-8 к экзамену | ОПК-3       |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Критерий оценивания                            | Компетенции |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|
|                                                   | <p>Особенности строения структур сложения и структур вычитания. Основные принципы моделирования и классификацию (основные модели) пористых систем. Основные параметры пористой структуры: общий объем пор и объемы их отдельных разновидностей. Характеристические размеры пор и распределение их по размерам, внутренняя поверхность пористой системы (общий объем пор, пористость, удельный суммарный объем пор, эквивалентный радиус пор). Классификацию пор по Дубинину, Черемскому.</p>                             |                                                |             |
| Освоение раздела №2                               | <p><b>Знает:</b> классификацию и характеристику основных методов порометрии.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Правильные ответы на вопрос №10 к экзамену     | ПК-10       |
| Освоение раздела № 3                              | <p><b>Знает:</b> теоретические основы адсорбционно-структурных методов исследования высокодисперсных и пористых материалов (пикнометрических, вальомеретрических, методов определения изотерм сорбции в статических и динамических условиях.</p> <p><b>Умеет:</b> проводить анализ высокодисперсных и пористых материалов с использованием пикнометрии и вальомеретрии; определять изотермы сорбции в динамических условиях.</p> <p><b>Владеет:</b> расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов анализа</p> | Правильные ответы на вопросы №11-25 к экзамену | ПК-10       |
| Освоение раздела №4                               | <p><b>Знает:</b> теоретические основы капиллярных методов исследования высокодисперсных и пористых материалов (ртутной порометрии и капиллярной дефектоскопии).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Правильные ответы на вопросы №26-29 к экзамену | ПК-10       |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Критерий оценивания                             | Компетенции |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------|
|                                                   | <p><b>Умеет:</b> строить интегральные и дифференциальные порограммы.</p> <p><b>Владеет:</b> расчетным аппаратом для определения величины удельной поверхности пор методом ртутной порометрии.</p> <p><b>Знает:</b> теоретические основы устройства и работы ртутно-порометрической установки.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                 |             |
|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Правильные ответы на вопросы №72 к экзамену     | ПК-19       |
| Освоение раздела № 5                              | <p><b>Знает:</b> теоретические основы методов непосредственного наблюдения для исследования высокодисперсных и пористых материалов (электронной микроскопии; световой микроскопии; просвечивания: радиографического, радиоскопического, радиометрического). Визуально-оптические методы анализа.</p> <p><b>Владеет:</b> расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов анализа электронной и световой микроскопии.</p> <p><b>Знает:</b> теоретические основы устройства и принципа работы просвечивающего электронного микроскопа, поляризационного микроскопа.</p> <p><b>Умеет:</b> пользоваться поляризационным микроскопом для проведения исследований материалов и изделий.</p> | Правильные ответы на вопросы №30-34 к экзамену  | ПК-10       |
|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Правильные ответы на вопросы №73, 74 к экзамену | ПК-19       |
| Освоение раздела № 6                              | <p><b>Знает:</b> теоретические основы методов прочностных испытаний высокодисперсных и пористых материалов; имеет понятие терминов: прочности, надежности, предела прочности, хрупкости, ударной прочности, ударной вязкости, долговечности, динамической усталости, выносливости, износа; основные положения теории прочности.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Правильные ответы на вопросы №35-39 к экзамену  | ПК-10       |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Критерий оценивания                            | Компетенции |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|
|                                                   | <p><b>Умеет:</b> проводить прочностные испытания (прочность при истирании) высокодисперсных и пористых материалов</p> <p><b>Владеет:</b> методикой проведения испытаний прочности при истирании, расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов анализа прочности при истирании.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                |             |
| Освоение раздела № 7                              | <p><b>Знает:</b> теоретические основы электрохимических методов исследования высокодисперсных и пористых тел; классификацию электронно-обменных электродов (активные и инертные металлические электроды, электроды 1 и 2 рода); прямые и косвенные методы потенциометрии; классификацию методов ионометрии; импульсной и переменноточковой полярографии; прямой, инверсионной и косвенной вольтамперометрии; методику амперометрического титрования.</p> <p><b>Умеет:</b> проводить анализ высокодисперсных и пористых материалов методом потенциометрии (рН-метрии).</p> <p><b>Владеет:</b> расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов потенциометрического анализа.</p> | Правильные ответы на вопросы №40-44 к экзамену | ПК-10       |
|                                                   | <p><b>Знает:</b> теоретические основы устройства и принципа работы ионообменных селективных электродов; иономера (потенциометра) на примере анализатора жидкости «Эксперт-001»; электролитической и полярографической ячейки; полярографа.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Правильные ответы на вопросы №75-78 к экзамену | ПК-19       |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Критерий оценивания                            | Компетенции |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|
|                                                   | <p><b>Умеет:</b> пользоваться иономером и потенциометром (рН-метром) для проведения исследований материалов и изделий</p> <p><b>Владеет:</b> методикой работы с иономером (потенциометром) на примере анализатора жидкости «Эксперт-001», рН-метра.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                |             |
| Освоение раздела № 8                              | <b>Знает:</b> теоретические основы термического метода анализа высокодисперсных и пористых материалов; дифференциально-термического анализа; термогравиметрического анализа; виды термограмм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Правильные ответы на вопросы №45-48 к экзамену | ПК-10       |
| Освоение раздела № 9                              | <b>Знает:</b> имеет общие представления о химической природе поверхности сорбентов: углеродсодержащих и минеральных материалов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Правильные ответы на вопросы №9 к экзамену     | ОПК-3       |
|                                                   | <p><b>Знает:</b> методы исследования углеродсодержащих материалов: определение содержания кислых и основных окислов на поверхности углей; определение содержания карбонильных, карбоксильных и фенольных функциональных групп на поверхности углей; методы исследования минеральных материалов: методы определения силанольных, силоксановых и других поверхностных групп.</p> <p><b>Умеет:</b> проводить определение содержания кислых и основных окислов на поверхности углей; определение содержания карбонильных, карбоксильных и фенольных функциональных групп на поверхности углей.</p> <p><b>Владеет:</b> расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов химического анализа.</p> | Правильные ответы на вопросы №49-51 к экзамену | ПК-10       |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Критерий оценивания                            | Компетенции |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|
| Освоение раздела № 10                             | <p><b>Знает:</b> общую характеристику, теоретические основы метода рентгеновского малоуглового рассеяния. Особенности и возможности метода.</p> <p><b>Владеет:</b> расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов анализа методом РМУ.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Правильные ответы на вопросы №52-55 к экзамену | ПК-10       |
| Освоение раздела № 11                             | <p><b>Знает:</b> Основные понятия хроматографического метода анализа. Возникновение и основные этапы развития хроматографии. Классификацию видов хроматографии. Классификацию вариантов хроматографического метода разделения смесей. Проявительный, вытеснительный, фронтальный методы. Газожидкостную хроматографию: параметры удерживания и разделения. Основные соотношения, характеризующие удерживание. Мертвое время удерживания, время удерживания, константа распределения, объем удерживания, исправленный объем удерживания, фактор емкости, разрешение кривых удерживания. Основные процессы, протекающие в хроматографической колонке. Газохроматографическое разделение и размывание хроматографических зон (Вихревая диффузия, диффузия в газовой фазе, межфазный массоперенос и размывание пика). Расчетный аппарат теории неравновесной хроматографии. Теория ВЭТГ. Селективность разделения и эффективность хроматографической колонки. Качественный анализ.</p> | Правильные ответы на вопросы №56-71 к экзамену | ПК-10       |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Критерий оценивания                            | Компетенции |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|
|                                                   | <p>Идентификация компонентов смеси по характеристикам удерживания. Количественный анализ. Метод внутреннего стандарта.</p> <p><b>Умеет:</b> проводить качественный и количественный анализ высокодисперсных и пористых материалов методом газовой хроматографии; проводить обсчет хроматографических пиков.</p> <p><b>Владеет:</b> расчетным аппаратом для осуществления оценки результатов газохроматографического анализа.</p>                                                                                                |                                                |             |
|                                                   | <p><b>Знает:</b> теоретические основы устройства и принципа работы хроматографической установки: системы ввода и регулирования скорости подачи газа-носителя; устройства ввода образца; дозирующих устройств; хроматографических колонок; термостата; блока программирования температуры; детекторов: катарометра, пламенно-ионизационного детектора.</p> <p><b>Умеет:</b> пользоваться газовыми хроматографами Цвет-100 и Цвет-500.</p> <p><b>Владеет:</b> методикой работы с газовыми хроматографами Цвет-100 и Цвет-500.</p> | Правильные ответы на вопросы №79-86 к экзамену | ПК-19       |

Проверка практических навыков и владений методиками аналитическими, расчетными и работы с измерительными приборами и аппаратами производится в ходе защиты отчетов по лабораторным работам и курсовой работы.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы и экзамена, результат оценивания – балльный.

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

#### **3.1. Курсовая работа.**

##### **а) Тема курсовой работы:**

1. Сравнение прочностных свойств гранулированных активных углей различных марок методом определения прочности на истирание.
2. Определение зольности активных углей газового типа различных марок.
3. Определение зольности рекуперационных активных углей и сравнение их с углями газового типа.
4. Определение количества летучих в активных углях различных марок.
5. Определение основных параметров пористой структуры активных углей методом жидкостной пикнометрии и волюмометрии.
6. Определение эффективного радиуса пор активных углей различных марок методом «молекулярного шупа».
7. Определение наличия карбонильных, карбоксильных и фенольных групп на поверхности сульфоугля марки СМ-1 методом потенциометрического титрования.
8. Определение времени удерживания диоксида углерода сорбентами различной природы газохроматографическим методом.

#### **3.2. Экзамен.**

##### **а) Вопросы для оценки знаний, сформированных у студента по компетенции ОПК-3:**

1. Общие представления о пористой структуре и методах ее исследования. Структура пористых сред. Понятия «структура», «структурный элемент», «дальний порядок», «ближний порядок», классификация твердых тел по структурному типу. Понятия «пористость», «порозность», зависимость Радушкевича.
2. Строение реальных пористых тел. Классификация пористых тел по генезису. Особенности строения структур сложения и структур вычитания.
3. Строение реальных пористых тел. Классификация пористых тел по размерно-геометрическому фактору.
4. Моделирование пористых систем. Основные принципы моделирования и классификация (основные модели) пористых систем.
5. Моделирование пористых систем. Глобулярная модель пористой структуры. Математический аппарат описания регулярных (модель правильных упаковок шаров) и нерегулярных упаковок глобул.
6. Моделирование пористых систем. Капиллярная модель пористой структуры. Классификация и особенности капиллярных моделей пор (Одномерные капиллярные модели пор, двумерные решетчатые модели, пространственные решетчатые капиллярные модели).
7. Основные параметры пористой структуры. Общий объем пор и объемы их отдельных разновидностей, характеристические размеры пор и распределение их по размерам, внутренняя поверхность пористой системы (общий объем пор, пористость, удельный суммарный объем пор, эквивалентный радиус пор).
8. Основные параметры пористой структуры. Классификация пор по Дубинину, Черемскому.
9. Химические методы исследования природы поверхности. Общие представления о химической природе поверхности сорбентов.

**б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-10:**

10. Классификация и характеристика основных методов порометрии.
11. Адсорбционно-структурные методы. Пикнометрические методы исследования: газовая и жидкостная пикнометрия. Типы пикнометров.
12. Понятия пикнометрической, кажущейся и гравиметрической плотностей пористых тел. Математическое описание.
13. Методы определения пикнометрической плотности. Весовой метод.
14. Методы определения пикнометрической плотности. Объемный метод.
15. Объемно-весовые методы исследования (волюмометрия). Объемный метод определения кажущейся плотности.
16. Объемно-весовые методы исследования (волюмометрия). Определение кажущейся плотности ртутным капиллярным методом.
17. Объемно-весовые методы исследования (волюмометрия). Весовой метод определения кажущейся плотности.
18. Объемно-весовые методы исследования (волюмометрия). Примеры использования пикнометрической и кажущейся плотностей.
19. Метод определения гравиметрической плотности.
20. Адсорбционно-структурные методы. Метод «молекулярного щупа».
21. Адсорбционно-структурные методы. Определение изотерм сорбции в статических условиях: весовой статический метод (весы Мак-Бена).
22. Адсорбционно-структурные методы. Объемный статический метод.
23. Адсорбционно-структурные методы. Метод калиброванной капиллярной микробюретки.
24. Адсорбционно-структурные методы. Объемно-весовой статический метод (метод независимого взвешивания).
25. Адсорбционно-структурные методы. Определение изотерм сорбции в динамических условиях.
26. Капиллярные методы. Ртутная порометрия. Научные основы метода. Допущения и ошибки метода.
27. Капиллярные методы. Расчет структурных кривых. Интегральная и дифференциальная порограммы.
28. Капиллярные методы. Определение удельных поверхностей сорбентов и катализаторов РП-методом.
29. Капиллярные методы. Капиллярная дефектоскопия.
30. Методы непосредственного наблюдения. Электронная микроскопия. Введение в теорию метода.
31. Методы непосредственного наблюдения. Электронная микроскопия. Методика проведения исследования.
32. Методы непосредственного наблюдения. Электронная микроскопия. Особенности и возможности метода.
33. Методы непосредственного наблюдения. Просвечивание: радиографический, радиоскопический, радиометрический методы анализа.
34. Методы непосредственного наблюдения. Визуально-оптические методы анализа.
35. Методы прочностных испытаний. Понятие: прочности, надежности, предела прочности, хрупкости, ударной прочности, ударной вязкости, долговечности, динамической усталости, выносливости, износа.
36. Методы прочностных испытаний. Основные положения теории прочности.
37. Методы прочностных испытаний. Метод определения прочности на истирание. Устройство и работа установки для определения прочности при истирании.

38. Методы прочностных испытаний. Методы испытания на прочность в статических условиях. Прочность на раздавливание.
39. Методы прочностных испытаний. Обработка результатов испытаний.
40. Электрохимические методы исследования поверхности. Электрохимические методы. Потенциометрия. Уравнение Нернста. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Два класса индикаторных электродов.
41. Электрохимические методы. Классификация электронно-обменных электродов. Активные и инертные металлические электроды. Электроды 1 и 2 рода.
42. Электрохимические методы. Прямые и косвенные методы потенциометрии. Классификация методов ионометрии.
43. Электрохимические методы. Импульсная и переменноточковая полярография.
44. Электрохимические методы. Прямая, инверсионная и косвенная вольтамперометрия. Амперометрическое титрование.
45. Термографические методы исследования. Термический анализ. Теоретические основы метода.
46. Термографические методы исследования. Дифференциально-термический анализ.
47. Термографические методы исследования. Термогравиметрический анализ.
48. Термографические методы исследования. Термическая характеристика термограммы. Виды термограмм.
49. Химические методы исследования природы поверхности. Методы исследования углеродсодержащих материалов: определение содержания кислых и основных окислов на поверхности углей.
50. Химические методы исследования природы поверхности. Методы исследования углеродсодержащих материалов: определение содержания карбонильных, карбоксильных и фенольных функциональных групп на поверхности углей.
51. Химические методы исследования природы поверхности. Методы исследования минеральных материалов: методы определения силанольных, силоксановых и других поверхностных групп.
52. Метод малоуглового рассеяния излучений. Рассеяние рентгеновских лучей. Рассеяние нейтронов.
53. Метод малоуглового рассеяния излучений. Общая характеристика метода.
54. Метод малоуглового рассеяния излучений. Теоретические основы метода.
55. Метод малоуглового рассеяния излучений. Особенности и возможности метода.
56. Хроматография, как область науки. Основные понятия. Возникновение и основные этапы развития хроматографии. Классификация видов хроматографии.
57. Хроматография. Классификация вариантов хроматографического метода разделения смесей. Проявительный, вытеснительный, фронтальный методы.
58. Хроматография. Параметры удерживания и разделения.
59. Хроматография. Основные соотношения, характеризующие удерживание. Мертвое время удерживания, время удерживания, константа распределения, объем удерживания, исправленный объем удерживания, фактор емкости, разрешение кривых удерживания.
60. Основные процессы, протекающие в хроматографической колонке. Газохроматографическое разделение и размывание хроматографических зон. Вихревая диффузия, диффузия в газовой фазе, межфазный массоперенос и размывание пика.
61. Хроматография. Расчетный аппарат теории неравновесной хроматографии. Теория ВЭТТ.
62. Хроматография. Уравнение для величины ВЭТТ. Число теоретических тарелок, число эффективных теоретических тарелок, высота, эквивалентная теоретической тарелке.

63. Хроматография. Теория ВЭТТ. Селективность разделения и эффективность хроматографической колонки.
64. Хроматография. Качественный анализ. Идентификация компонентов смеси по характеристикам удерживания.
65. Количественный анализ. Основные методы количественного анализа. Суть метода. Возможные источники ошибок. Метод внутреннего стандарта.
66. Области использования хроматографии.
67. Хроматография. Подготовка пробы к анализу, выбор хроматографического метода.
68. Виды хроматографии (тонкослойная, аффинная, ионообменная, жидкостная, бумажная).
69. Хроматография. Хроматограмма как источник сведений о количественном составе анализируемой смеси. Количественная оценка хроматограмм: метод внутренней нормализации, метод абсолютной калибровки, метод внутреннего стандарта.
70. Методы расчета хроматограмм. Метод измерения высот пиков. Метод измерения площадей пиков: планиметрия, вырезывание и взвешивание пиков, триангуляция, графическое интегрирование.
71. Хроматография. Определение не полностью разделенных пиков.

**в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-19:**

72. Капиллярные методы. Ртутная порометрия. Устройство ртутно-порометрической установки.
73. Методы непосредственного наблюдения. Классификация электронных микроскопов. Устройство и работа просвечивающего электронного микроскопа.
74. Методы непосредственного наблюдения. Световая микроскопия. Устройство и работа поляризационного микроскопа.
75. Электрохимические методы. Ионметрия. Ионоселективные электроды (ИСЭ). Классификация. Устройство и принцип работы.
76. Электрохимические методы. Принцип работы и устройство иономера (потенциометра) на примере анализатора жидкости «Эксперт-001».
77. Электрохимические методы. Вольтамперометрия. Устройство электролитической ячейки. Вольтамперограмма. Классификация вольтамперометрических методов в зависимости от типа индикаторного электрода.
78. Электрохимические методы. Полярография. Устройство полярографической ячейки. Полярограмма и ее характеристики. Принцип работы полярографа.
79. Хроматография. Газожидкостная хроматография: устройство хроматографической установки.
80. Хроматография. Газ-носитель. Ввод образца, дозирующие устройства.
81. Хроматографические колонки. Классификация, устройство, работа.
82. Хроматография. Термостат. Программирование температуры.
83. Хроматография. Детекторы: катарометр, пламенно-ионизационный детектор. Интегральный и дифференциальный детекторы.
84. Хроматография. Селективные детекторы. Пламенно-ионизационный детектор со щелочным металлом. Электронно-захватный детектор.
85. Хроматография. Современные виды детекторов (термоионный, пламенно-фотометрический, фотоионизационный).
86. Хроматографические самописцы.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 60 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями «Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» ( Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.