

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 02.06.2025 13:30:01
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«21» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Направление подготовки
04.03.01 Химия

Направленность программы бакалавриата
Все направленности

Квалификация
Бакалавр
Форма обучения
Очная

Факультет **химии веществ и материалов**
Кафедра **физической химии**

Санкт-Петербург
2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Объем дисциплины.....	4
4. Содержание дисциплины.....	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	5
4.2. Занятия лекционного типа.....	6
4.3. Занятия семинарского типа.....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	10
4.3.2. Занятия лабораторного типа.....	14
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	16
4.5. Темы курсовых работ.....	17
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	18
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	18
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	18
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	19
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	19
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	20
10.1. Информационные технологии.....	20
10.2. Программное обеспечение.....	20
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	20
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	21
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	21

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.6 Способность систематизации и обработки экспериментальных данных посредством физических методов анализа	Знать: основные физические и химические законы, лежащие в основе базовых физических методов анализа Уметь: решать алгебраические и дифференциальные уравнения, возникающие при интерпретации данных, полученных физическими методами анализа Владеть: навыками оценки точности, достоверности, чувствительности, воспроизводимости экспериментальных данных, полученных физическими методами анализа
ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1 Способность предсказывать термодинамические свойства веществ методами термохимии и статистической термодинамики	Знать: основные формулы для расчета термодинамических функций Уметь: производить расчеты термодинамических функций с использованием уравнений общей и статистической термодинамики Владеть: алгоритмами и навыками расчета путем составления расчетных программ с использованием набора стандартных программных пакетов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.09) и изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Неорганическая химия», «Математика», «Физика». Полученные в процессе изучения дисциплины «Физические методы анализа» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении технологической и преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/ 216
Контактная работа с преподавателем:	188
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	144
семинары, практические занятия	72
лабораторные работы	72
курсовое проектирование (КР или КП)	8
КСР	–
другие виды контактной работы	–
Самостоятельная работа	28
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП , зачет, экзамен)	зачет (3 семестр) КР, зачет (4 семестр)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение в физические методы анализа	2	7	–	2	ОПК-1	ОПК-1.6
2.	Квантовая механика	3	8	4	2	ОПК-3	ОПК-3.1
3	Электронные состояния атомов	3	8	4	2	ОПК-3	ОПК-3.1
4	Электронные состояния двухатомных молекул	3	8	6	2	ОПК-3	ОПК-3.1
5	Методы определения геометрии молекул и веществ. Метод вращательной спектроскопии	3	7	6	2	ОПК-1	ОПК-1.6
6	Колебательная спектроскопия	3	7	6	2	ОПК-1	ОПК-1.6
7	Методы электронной спектроскопии. Спектроскопия в видимой и УФ областях	3	7	6	2	ОПК-1	ОПК-1.6
8	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	4	8	16	4	ОПК-1 ОПК-3	ОПК-1.6 ОПК-3.1
9	Термические методы анализа	4	4	8	4	ОПК-1 ОПК-3	ОПК-1.6 ОПК-3.1
10	Реология и реометрия	4	4	12	3	ОПК-1 ОПК-3	ОПК-1.6 ОПК-3.1
11	Гель-проникающая хроматография	4	4	4	3	ОПК-1 ОПК-3	ОПК-1.6 ОПК-3.1
	Итого	36	72	72	28		

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Физические методы исследования:</u> спектроскопические, дифракционные, микроскопические. Опыты Резерфорда. Цели, преследуемые физическими методами исследования. Спектроскопические методы и поглощение электромагнитного излучения веществом. Шкала длин волн электромагнитных колебаний. Соответствие между спектроскопическим методом исследования и диапазонами длин волн электромагнитного излучения. Основные физические понятия, необходимые для понимания курса: импульс, энергия, гармонический осциллятор, волны, рефракция, электростатика, электромагнетизм. Волновая теория электромагнетизма.	2	ЛВ, РД
2	<u>Квантовая механика как базис для осмысления спектроскопических методов.</u> Оптика – предтеча квантовой механики. Опыт Ньютона по разложению пучка света, проходящего через призму, в спектр. Геометрическая (лучевая) оптика. Явления интерференции и дифракции. Три закона геометрической оптики. Теорема Ферма. Карпускулярно-волновой дуализм. Классическая механика и старая квантовая теория. Классические волны. Гибкая струна. Стоячие волны, квантуемость длины волны. Связь между длиной волны и частотой. Теория черного тела Планка. Эйнштейновская теория фотоэлектрического эффекта. Модель атома водорода по Бору.	1	ЛВ, РД
2	Волны де Бройля. Уравнение Шрёдингера. Нестрогий вывод стационарного (не зависящего от времени) уравнения Шрёдингера. Уравнение Шрёдингера зависящее от времени. Уравнение Шрёдингера в трехмерном пространстве. Частица в ящике и свободная частица. Квантовый гармонический осциллятор.	1	ЛВ, РД
2	<u>Постулаты квантовой механики.</u> Операторы. Элементы операторной алгебры. Вероятность и плотность вероятности. Принцип неопределенности Гейзенберга.	1	ЛВ, РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновацион- ная форма
3	<u>Атом водорода.</u> Квантовые числа. Энергетические уровни и состояния атома водорода. Орбитали водородоподобных атомов. Понятие спина.	1	ЛВ, РД
3	<u>Многоэлектронные атомы.</u> Нулевое приближение и приближения высших порядков. Принцип Паули. Основное и возбужденные состояния. Термы атомов. Схема Рассела-Саундерса. Слэйтеровские матрицы. Вариационный метод. Метод самосогласованного поля. Метод функционала плотности. Правила Хунда.	2	ЛВ, РД
4	<u>Электронные состояния двухатомных молекул.</u> Приближение Борна-Оппенгеймера. МО как линейная комбинация АО. Метод валентных связей. Электронные состояния многоатомных молекул. Молекулярная механика. Программное обеспечение квантово-химических расчетов.	3	ЛВ, РД
5	<u>Методы определения геометрии молекул и веществ Метод вращательной спектроскопии.</u> Схема радиоспектрометра. Условия получения микроволнового спектра полярных молекул. Область частот. Матричный элемент дипольного момента перехода для полярных молекул. Типы спектров. Правила отбора. Использование Фурье-спектрометров для исследования ван-дер-ваальсовых молекул и малостабильных молекул.	3	ЛВ, РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновацион- ная форма
6	<u>Колебательная спектроскопия.</u> Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии, их классификация, фундаментальные, обертоновые и составные частоты. Интенсивность полос колебательных спектров. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул. Частоты и формы нормальных колебаний молекул. Выбор модели. Естественные координаты. Коэффициенты кинематического взаимодействия. Силовые постоянные. Учет симметрии молекулы. Симметрия нормальных колебаний, координаты симметрии. Анализ нормальных колебаний молекулы по экспериментальным данным. Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы. Характеристичность нормальных колебаний. Ограничения концепции групповых частот. Определение силовых полей молекулы и проблема их неоднозначности. Использование изотопических разновидностей молекул. Корреляция силовых постоянных с другими параметрами и свойствами молекул.	3	ЛВ, РД
7	<u>Спектроскопия в видимой и УФ областях.</u> Эмиссионная Уф спектроскопия как метод исследования двухатомных молекул. Вероятности переходов между электронно-колебательно-вращательными состояниями. Принцип Франка — Кондона. Определение энергии диссоциации и других молекулярных постоянных. Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. Характеристики электронных состояний многоатомных молекул: энергия, волновые функции, мультиплетность, время жизни. Симметрия и номенклатура электронных состояний. Классификация и отнесение электронных переходов. Интенсивности полос различных переходов. Правила отбора и нарушения запрета. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе.	3	ЛВ, РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновацион- ная форма
8	<u>Спектроскопия ЯМР ^1H, ^{13}C.</u> Теоретические основы спектроскопии ЯМР. Возможности идентификации и оценки качества исходных веществ, промежуточных и целевых продуктов химических процессов.	2	ЛВ, РД
8	<u>Спектроскопия ЯМР. Двумерные техники и практическое применение.</u> Спектры гомо- и гетероядерной корреляции. Возможности кинетических исследований, мониторинга протекания химических реакций.	2	ЛВ, РД
9	<u>Термические методы анализа.</u> Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Теоретические основы и практическая реализация. Особенности пробоподготовки. Проведение анализа и интерпретация результатов. Теплота фазовых переходов, температура стеклования. Применение в химических технологиях.	2	ЛВ, РД
9	<u>Термические методы анализа.</u> Термогравиметрия. Теоретические основы и практическая реализация. Определение важнейших технологических характеристик веществ и материалов. Контроль качества и возможности идентификации.	2	ЛВ, РД
10	<u>Реология и реометрия.</u> Агрегативная устойчивость и взаимодействие частиц, молекулярная и электростатическая составляющие. Переход Дерягина, потенциальные кривые. Основы теории ДЛФО. Фрактальная модель коагуляционного структурирования в дисперсных системах. Основы реологии. Особенности реологии дисперсных систем, паст, гелей. Тиксотропия и дилатансия как технологические характеристики веществ и материалов.	2	ЛВ, РД
10	<u>Реология и реометрия.</u> Оборудование для реологических исследований. Осцилляционная реометрия. Реологические характеристики материалов. Использование реометрии для мониторинга процессов отверждения и гелеобразования.	2	ЛВ, РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновацион- ная форма
11	<u>Гель-проникающая хроматография (ГПХ).</u> Основы метода, применяемое оборудование, виды детектирования, калибровка. Применение для определения молекулярно-массовых характеристик высокомолекулярных веществ.	4	ЛВ, РД
	Всего	36	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение в физические методы исследования.</u> Решение задач геометрической оптики. Однократное и многократное полное внутреннее отражение. Применение в ИК- спектроскопии. Оптические схемы приставок однократного нарушенного полного внутреннего отражения (ОНПВО) и многократного нарушенного полного внутреннего отражения (МНПВО).	7	МК, РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Квантовая механика.</u> Вывод уравнения колебания гармонического осциллятора. Расчет частот колебаний в двухатомных молекулах. Изучение влияния изотопного состава на частоту колебаний связи. Расчет гармоник стоячей волны. Суперпозиция гармоник. Скорость распространения волны. Модель атома водорода Бора. Расчет минимальной энергии электрона в одномерном ящике, длина которого определяется длиной цепочки сопряженных связей. Вычисление частот де Бройлевских волн для различных квантовых состояний электрона в одномерном ящике. Вычисление собственных значений энергии и вырожденности энергетических уровней электрона в трехмерном ящике. Квантовый гармонический осциллятор, туннельный эффект. Решение задач операторной алгебры. Задачи на нормализацию волновых функций и нахождение средних значений. Вычисление вероятности нахождения частицы в определенной части пространства. Нахождение стандартного отклонения.	8	МК, РД
3	<u>Электронные состояния атомов.</u> Волновые функции. Квантовые числа. Орбитали водородоподобного атома. Орбитали многоэлектронных атомов. Основное состояние атомов. Возбужденное состояние атомов. Задачи на написание термов атомов. Вариационный метод, метод ССП, метод функционала плотности.	8	МК, РД
4	<u>Электронные состояния двухатомных и многоатомных молекул.</u> Метод МО ЛКАО. Корреляционные диаграммы. Расчеты молекул в квантово-химических программах. Гибридизация. Метод валентных связей.	8	МК, РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<u>Методы определения геометрии молекул и веществ Метод вращательной спектроскопии.</u> Возможности обнаружения молекул в межзвездной среде. Определение дипольного момента молекул из микроволновых спектров. Определение геометрических параметров молекул из микроволновых спектров. Метод изотопного замещения.	7	МК, РД
6	<u>Колебательная спектроскопия.</u> Применение методов колебательной спектроскопии для качественного и количественного анализов и другие применения в химии. Специфичность колебательных спектров. Исследования динамической изомерии, равновесий, кинетики реакций. Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура ИК спектроскопии, прозрачные материалы, приготовление образцов. Аппаратура спектроскопии КР, преимущества лазерных источников возбуждения.	7	МК, РД
7	<u>Методы электронной спектроскопии.</u> <u>Спектроскопия в видимой и УФ областях.</u> О специфике электронных спектров поглощения различных классов соединений. Спектры сопряженных систем и пространственные эффекты в электронных спектрах поглощения. Техника спектроскопии в видимой и УФ областях. Люминесценция (флуоресценция и фосфоресценция). Фотофизические процессы в молекуле. Основные характеристики люминесценции (спектры поглощения и спектры возбуждения, времена жизни возбужденных состояний, квантовый и энергетический выход люминесценции). Закономерности люминесценции (закон Стокса — Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова). Тушение люминесценции. Практическое использование количественного люминесцентного анализа.	7	МК, РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
8	<u>Спектроскопия ЯМР ^1H, ^{13}C.</u> Качественный и количественный анализ ЯМР спектров веществ и их смесей. Определение констант спин-спинового взаимодействия. Правила представления результатов анализа спектров ЯМР.	4	МК, КтСм
8	<u>Спектроскопия ЯМР. Двумерные техники и практическое применение.</u> Расшифровка спектров COSY, NOESY, HMBC, HMQC. Специальные возможности спектроскопии ЯМР. Расчет выхода целевого компонента, скорости реакции, молекулярной массы полимера по конечным группам.	4	МК, КтСм
9	<u>Термические методы анализа.</u> Калибровка прибора DSC. Корректировка базовой линии. Расчет фазовых переходов: стеклования, плавления, кристаллизации. Влияние скорости нагрева и массы образца на результаты анализа веществ и материалов. Контроль качества и возможности идентификации.	2	МК, КрСт
9	<u>Термические методы анализа.</u> Расчет термостойкости, термостабильности, влажности материала. Расчет степени наполнения органо-неорганических композитов	2	МК, РД
10	<u>Реология и реометрия.</u> Реологические модели. Расчет реологических параметров материала.	2	РД
10	<u>Реология и реометрия.</u> Расчет фрактальной размерности флокул дисперсных систем.	2	РД
11	<u>Гель-проникающая хроматография (ГПХ).</u> Расчет молекулярно-массовых характеристик образцов по данным гель-проникающей хроматографии.	2	Т

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
11	<u>Гель-проникающая хроматография (ГПХ).</u> Расчет молекулярной массы высокомолекулярных соединений по характеристической вязкости с использованием уравнения Марка-Куна-Хаувинка.	2	АТД
	Всего	72	

4.3.2. Занятия лабораторного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Квантовая механика.</u> Исследование законов преломления лучей света с помощью симулирующей компьютерной программы. Наглядное освоение принципа полного внутреннего отражения. Использование программных продуктов для визуализации физики волн и принципов квантовой механики.	4	
3	<u>Электронные состояния атомов.</u> Изучения спектра атома водорода. Серии спектральных линий.	4	
4	<u>Электронные состояния двухатомных и многоатомных молекул.</u> Работа в квантово-химических программах по индивидуальному заданию.	6	
5	<u>Методы определения геометрии молекул и веществ Метод вращательной спектроскопии.</u> Изучение вращательных спектров с помощью моделирующих программ. Определение вращательных постоянных и межатомных расстояний двухатомных молекул по ИК-Фурье спектрам. Идентификация веществ по вращательным спектрам. Анализ молекул, содержащих изотопные атомы (H^{35}Cl и H^{37}Cl). Определение геометрических параметров молекул: длин и углов связей. Расчет электрических дипольных моментов молекул методом Штарка.	6	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновацион- ная форма
6	<u>Колебательная спектроскопия.</u> Идентификация соединений по ИК-Фурье спектрам. Приобретение навыков работы с программами представления и обработки ИК спектров.	6	
7	<u>Методы электронной спектроскопии.</u> <u>Спектроскопия в видимой и УФ областях.</u> Регистрация спектров поглощения. Применение УФ спектроскопии для идентификации соединений. Приобретение навыков работы с программами представления и обработки УФ спектров.	6	
8	<u>Спектроскопия ЯМР.</u> Работа с программами обработки и анализа ЯМР спектров ACDLabs и TopSpin.	8	МГ
8	<u>Спектроскопия ЯМР.</u> Получение ЯМР спектра исследуемого образца и его качественный и количественный анализ.	8	МГ
9	<u>Термические методы анализа.</u> Проведение ДСК анализа образца по заданию с использованием прибора Shimadzu DSC 60.	4	МГ
9	<u>Термические методы анализа.</u> Проведение дериватографии образца по заданию с использованием прибора ShimadzuTG/DTA 60	4	МГ
10	<u>Реология и реометрия.</u> Изучение характера течения образца по заданию с использованием прибора Anton Paar MCR 302. Определение реологических технологических характеристик материала с использованием прибора Anton Paar MCR 302	4	МГ
10	<u>Реология и реометрия.</u> Проведение осцилляционного эксперимента на приборе Anton Paar MCR 302 с целью определения баланса упругих и пластических свойств материала	4	МГ
10	<u>Реология и реометрия.</u> Проведение теста на тиксотропность на приборе AntonPaarMCR 302	4	МГ
11	<u>Гель-проникающая хроматография (ГПХ).</u> Обработка хроматограмм с помощью стандартных инженерных приложений	4	АТД
	Всего	72	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<u>Введение в физические методы исследования.</u> Спектр электромагнитного излучения. Основные вехи в освоении каждого диапазона электромагнитного излучения.	2	Устный опрос
2	<u>Квантовая механика.</u> Выводы основных уравнений квантовой механики.	2	Устный опрос
3	<u>Электронные состояния атомов.</u> Написание термов атомов в различном спиновом состоянии.	2	Устный опрос
4	<u>Электронные состояния двухатомных и многоатомных молекул.</u> Корреляционные диаграммы.	2	Устный опрос
5	<u>Методы определения геометрии молекул и веществ Метод вращательной спектроскопии.</u> Ознакомление с примерами вращательных спектров.	2	Устный опрос
6	<u>Колебательная спектроскопия.</u> Ознакомление с примерами ИК-спектров. Области применения ИК-спектроскопии.	2	Устный опрос
7	<u>Методы электронной спектроскопии.</u> <u>Спектроскопия в видимой и УФ областях.</u> Количественное применение УФ спектроскопии.	2	Устный опрос
8	<u>Спектроскопия ЯМР.</u> 1. Моделирование спектров ЯМР ^1H , ^{13}C , COSY, HMQC согласно индивидуальному заданию. 2. Определение спиновой системы, ее анализ, вычисление констант спин-спинового взаимодействия. 3. Закономерности расположения в спектре сигналов атомов ^1H и ^{13}C . 4. Определение структуры соединения по брутто-формуле и спектру ЯМР ^1H . 5. Определение геометрической конфигурации сложных молекул с использованием спектров гомоядерной корреляции NOESY. 6. Составление таблиц кросс-пиков двумерных спектров ЯМР. 7. Определение строения сложных молекул на основании анализа спектров ЯМР ^1H , ^{13}C , COSY, HMQC и HMBC.	4	Устный опрос, проверка индивидуально го задания, дискуссия

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
9	<u>Термические методы анализа.</u> 1. Температура стеклования полимера как характеристика сегментальной подвижности макроцепей. Зависимость температуры стеклования от химического строения макромолекул. Понятие о статистическом сегменте Куна. 2. Определение теплоемкости методом ДСК. 3. Кинетические исследования методом ДСК. 4. Теплостойкость, термостойкость и термостабильность.	4	Устный опрос
10	<u>Реология и реометрия.</u> 1. Виды неньютоновского течения. 2. Ньютоновское, тиксотропное и дилатанное поведения дисперсных систем при течении. 3. Формула Ньютона и Бринкмена для вязкости. 4. Типы структур покоя: цепочечная, коагуляционная, перколяционная	3	Устный опрос
11	<u>Гель-проникающая хроматография (ГПХ).</u> 1. Калибровка хроматографа. Получение узкодисперсных образцов для калибровки. 2. Способы детектирования в ГПХ. 3. Переход от условных единиц молекулярной массы, полученных по стандартной калибровке (полистирол, полиметилметакрилат) к истинным значениям с использованием коэффициентов уравнения Марка-Куна-Хаувинка.	3	Устный опрос, проверка индивидуальных заданий
	Всего	28	

4.5. Темы курсовых работ

Темы курсовых работ формулируются в соответствии с примерами:

1. Получить феррит висмута осаждением и микрореакторным синтезом. Продукты синтеза исследовать методами рентгеновской дифрактометрии, сканирующей электронной микроскопии и просвечивающей электронной микроскопии. Сделать вывод о структуре синтезированного продукта.

2. Обработать хроматограмму, полученную методом гель-проникающей хроматографии, для соединения по заданию. Определить молекулярно-массовые характеристики соединения. Вычислить среднечисленную, среднемассовую молекулярные массы и коэффициент полидисперсности.

Основываясь на положении сигналов в спектре ^1H , который приведен на рисунке, и на их мультиплетности, найдите, согласуется ли спектр со структурной формулой соединения.

Пользуясь спектром на ядрах ^1H , найдите спектроскопические параметры всех сигналов, которые содержатся в спектре. Начертите формулу соединения и обозначьте

найденные параметры возле соответствующих магнитных ядер. Пользуйтесь таблицами химических сдвигов, прилагающимися с заданием.

Определить теплоемкость в заданном диапазоне температур по термограммам, полученным методом ДСК.

3. Подготовить для полимеризации мономер по заданию с помощью двухкратной вакуумной перегонки. Получить спектр ЯМР ^1H перегнанного мономера, провести анализ химических сдвигов сигналов, спиновой системы и идентификацию соединения.

Полимеризацией подготовленного мономера получить полимер. С помощью метода гель-проникающей хроматографии определить его молекулярно-массовые характеристики (среднечисленную, среднемассовую молекулярные массы и коэффициент полидисперсности).

Методом ДСК охарактеризовать термическое поведение полученного полимера.

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте:

<http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета (3 семестр) и защиты курсовой работы и зачета (4 семестр).

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций. При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Спиновое эхо Э.Хана и его свойства.
2. Принципы термического анализа. Области применения.
3. Техника спектроскопии в видимой и УФ областях.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачет».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1 Бибик, Е.Е. Коллоидные растворы и суспензии. Руководство к действию / Е.Е. Бирик – Санкт-Петербург: ЦОП "Профессия", 2018. – 252с.- ISBN978-5-91884-092-4.

2 Сильверстейн, Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл. – Москва: Бином. Лаборатория знаний. – 2012. – 557с.- ISBN 978-5-94774-392-0

3 Кожухар, В.М. Основы научных исследований: Учебное пособие / В.М. Кожухар. - Москва: Дашков и К, 2012. - 216 с.- ISBN 978-5-394-01711-7

4 Бёккер, Ю. Спектроскопия / Ю. Бёккер; пер. с нем. Л.Н. Казанцевой, под редакцией А.А. Пупышева, М.В. Поляковой. – Москва: Техносфера, 2009. – 527с. - ISBN 978-5-94836-220-5

б) электронные учебные издания:

1 Макарова, Л.Ф. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: учебное пособие для заочной формы обучения направления подготовки «Информатика и вычислительная техника» / Л.Ф. Макарова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления. – Санкт-Петербург, СПбГТИ(ТУ), 2010. – 155 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2 Соснов, Е.А. Основы научных исследований : в 2-х ч.: текст лекций / Е.А. Соснов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург, СПбГТИ(ТУ), 2014. Ч.1. – 155 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3 Соснов, Е.А. Основы научных исследований : в 2-х ч.: текст лекций / Е.А. Соснов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург, СПбГТИ(ТУ), 2014. Ч.2. – 87 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ», «Профессия»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

www.scopus.com - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций WebofScience компании ThomsonReuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство IOP (Великобритания)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Физические методы анализа» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

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

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

WindowsXPStarterEdition. (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно),

MicrosoftOffice (MicrosoftExcel): Office 2007 RussianOLPNLAE (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно), Office Std 2013 Rus OLP NL (Контракт № 02(03)15 от 15.01.2015, срок действия -20 лет),

LibreOffice (открытая лицензия).

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru>- база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. Новый справочник химика и технолога http://chemanalitica.com/book/novyy_spavochnik

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

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами, имеющими выход в Интернет.

Три лаборатории (площадью 170 м²). Лаборатории оснащены комплектным типовым химическим оборудованием (весы ВЛР, термостаты, центрифуги, дистилляторы, магнитные мешалки, источники питания и др.), оригинальными установками и приборами.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Физические методы анализа»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	промежуточный
ОПК-3	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-1.6 Способность систематизации и обработки экспериментальных данных посредством физических методов анализа	Перечисляет основные физические и химические законы, лежащие в основе базовых физических методов анализа	ответы на вопросы 30-69	знает некоторые физические и химические законы, лежащие в основе базовых физических методов анализа	понимает смысл физических и химических законов, лежащих в основе базовых физических методов анализа	способен осуществить корректную интерпретацию опытных данных в рамках физических и химических законов, лежащих в основе базовых физических методов анализа
	Решает алгебраические и дифференциальные уравнения, возникающие при интерпретации данных, полученных физическими методами анализа	ответы на вопросы 70-84	знает способы решения простейших типов алгебраических и дифференциальных уравнений	умеет решать различные типы алгебраических и дифференциальных уравнений	самостоятельно описывает явления с помощью алгебраических и дифференциальных уравнений и решает их
	Демонстрирует навыками оценки точности, достоверности, чувствительности, воспроизводимости экспериментальных данных, полученных физическими методами анализа	ответы на вопросы 85-124	может указать стандартные точность, достоверность, чувствительность основных физических методов анализа	владеет навыками определения точности, достоверности, чувствительности, воспроизводимости экспериментальных данных, полученных в конкретном анализе	критически подходит к оценке точности, достоверности, чувствительности, воспроизводимости экспериментальных данных с учетом конкретных условий анализа и особенностей объекта

ОПК-3.1 Способность предсказывать термодинамические свойства веществ методами термохимии и статистической термодинамики	Перечисляет основные формулы для расчета термодинамических функций	ответы на вопросы 1-7	может перечислить простейшие формулы для расчета термодинамических функций	может перечислить основные формулы для расчета термодинамических функций	может перечислить все необходимые формулы для расчета термодинамических функций
	Производит расчеты термодинамических функций с использованием уравнений общей и статистической термодинамики	ответы на вопросы 8-13	умеет произвести типовой расчет термодинамических функций по известному шаблону	самостоятельно использует знания общей и статистической термодинамики для расчета термодинамических функций	свободно владеет различными способами расчета термодинамических функций
	Демонстрирует владение алгоритмами и навыками расчета путем составления расчетных программ с использованием набора стандартных программных пакетов	ответы на вопросы 14-29	использует возможности электронных таблиц для рутинных расчетов	владеет программами математических расчетов для реализации алгоритмов расчета требуемых величин	может продемонстрировать навыки работы с инженерными программными пакетами для автоматизации расчетов и статистической обработки результатов исследований

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат – "зачтено", если преодолен пороговый уровень освоения компетенций.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-3:

1. Ядерный магнетизм и история открытия явления ЯМР в конденсированных средах.
2. Основные достоинства и недостатки спектроскопии ЯМР.
3. Внешние и внутренние взаимодействия магнитных моментов ядер.
4. Равновесные динамические процессы и их проявление в спектрах ЯМР.
5. Природа химического сдвига ядер ^1H и факторы, определяющие его значение.
6. Спиновое эхо Э.Хана и его свойства.
7. Спектральные и релаксационные характеристики спектров ЯМР и их связь со строением молекул в растворе.
8. Комбинированное использование многомерных и многоквантовых гомо- и гетероядерных корреляционных методов спектроскопии ЯМР для идентификации сигналов и определения структуры молекул в растворе.
9. Основы теории Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО). Потенциальные кривые взаимодействия частиц. Порог коагуляции по теории ДЛФО.
10. Кинетика коагуляции. Быстрая и медленная коагуляция.
11. Закон внутреннего трения Ньютона. Вязкость. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
12. Вязкость разбавленных устойчивых коллоидных растворов. Уравнение Эйнштейна.
13. Структурообразование. Влияние устойчивости системы и концентрации дисперсной фазы на структуру дисперсных систем.
14. Природа растворов высокомолекулярных соединений (ВМС). Особенности строения и теплового движения макромолекул ВМС. Набухание и растворение ВМС, термодинамические основы этих процессов.
15. Внутреннее вращение и гибкость полимерных молекул. Особенности их теплового движения. Конформационная энтропия.
16. Особые физико-механические свойства полимеров. Стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояния полимеров.
17. Природа растворов полимеров, сходство и различия с коллоидными растворами.
18. Особенности растворения полимеров. Набухание полимеров. Термодинамические основы растворения полимеров.
19. Полиэлектролиты, факторы, влияющие на свойства растворов полиэлектролитов. Применение полиэлектролитов.
20. Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР.
21. Аппаратура ИК спектроскопии, прозрачные материалы, приготовление образцов.
22. Аппаратура спектроскопии КР, преимущества лазерных источников возбуждения.
23. Классификация и отнесение электронных переходов.
24. Интенсивности полос различных переходов.
25. Правила отбора и нарушения запрета.
26. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе.
27. Специфика электронных спектров поглощения различных классов соединений.
28. Спектры сопряженных систем и пространственные эффекты в электронных спектрах поглощения.
29. Техника спектроскопии в видимой и УФ областях.

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

30. Базы спектральных данных и правила пользования ими.
31. Дополнительная обработка экспериментальных данных ЯМР во временном и спектральном представлениях.

32. Двумерное представление ЯМР-информации.
33. Правила представления данных ЯМР спектроскопии для их опубликования.
34. История становления и развития термогравиметрии. Термодинамические базы данных.
35. Нормирование кривых ГПХ и подготовка данных к опубликованию.
36. Требования научных журналов к представлению результатов экспериментальных методов анализа.
37. Разделение взаимодействий с помощью последовательности спинового эха в двумерном методе J-COSY.
38. Способы установления схемы скалярного связывания магнитных ядер с помощью корреляционных методов спектроскопии ЯМР. Стереоспецифичность скалярных констант на примере Карплюсовской зависимости $^3J = f()$.
39. Перенос поляризации в гетероядерных спиновых системах на примере метода INEPT.
40. Явление кросс-релаксации и использование ядерного эффекта Оверхаузера в структурном и конформационном анализе молекул в растворе.
41. Химическая и магнитная эквивалентность магнитных ядер. Эффекты сильносвязанности в спектрах ЯМР на примере систем АВ и АВХ.
42. Абсолютные и относительные интенсивности сигналов в спектрах ЯМР ^1H и их использование доказательства структуры молекул. Особенности использования интегральных интенсивностей в спектроскопии ЯМР ^{13}C .
43. Происхождение кросс-пиков в спектрах COSY и их мультиплетная структура. Определение “активных” и “пассивных” скалярных констант.
44. Изучение медленных и быстрых (в шкале времени ЯМР) динамических процессов с помощью переноса намагниченности и релаксационных измерений. Спектроскопия EXSY-NOESY.
45. Принципы термического анализа. Области применения.
46. Классификация методов термического анализа по определяемому свойству.
47. Особенности конструкции термовесов.
48. Применение термогравиметрии для качественного и количественного анализа.
49. Методики определения количества процессов, их начала и конца по данным термогравиметрии.
50. Типы артефактов на кривых термогравиметрии. Причины их возникновения.
51. Дифференциально-термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия.
52. Области применения ДТА и ДСК.
53. Виды дифференциальной сканирующей калориметрии.
54. Термоэлектрические преобразователи - термопары. Виды термопар.
55. Эффект Зеебека, коэффициент Зеебека. Термо ЭДС.
56. Конструкция измерительной ячейки дифференциального сканирующего калориметра.
57. Уравнение теплообмена между образцом и окружающей средой.
58. Основные характеристики дифференциального сканирующего калориметра.
59. Факторы, влияющие на результаты дифференциальной сканирующей калориметрии.
60. Принципы подбора условий для проведения измерений дифференциальной сканирующей калориметрии.
61. Синхронный термический анализ. Его преимущества.
62. Варианты исполнения приборов синхронного термического анализа.
63. Системы для анализа выделяющихся газов, применяемые в синхронном термическом анализе.
64. Температура максимальной скорости разложения.
65. Общие принципы калибровки прибора синхронного термического анализа.
66. Обработка результатов измерения и расчет основных параметров процессов, связанных с изменением массы образца и тепловыми эффектами.

67. Фазовые, полиморфные и стеклообразные переходы. Их отличия и проявления на экспериментальных кривых синхронного термического анализа.
68. Математическая обработка результатов реакций без использования модели (model-free kinetics).
69. Калибровка температурной шкалы (ДТА, ТМА, ТГ, дериватографы) в режиме нагревания и охлаждения. Калибровка чувствительности датчиков теплового потока ДСК. Математические методы в калибровке.
70. Планирование термоаналитического эксперимента. Постановка задачи. Параметры прибора. Характеристика образца. Температурный интервал и скорость нагревания. Точность результатов эксперимента.
71. Обработка результатов термоаналитического эксперимента. Факторы, влияющие на результаты термоаналитических измерений (скорость нагревания, масса образца, форма и размер тигля, атмосфера). «Пустой» эксперимент. Базовая линия. Параметры термоаналитических пиков (начало, конец, максимум). Правило Кирхгофа.
72. Гели, тиксотропия, синерезис.
73. Реологические кривые дисперсных систем с различной структурой.
74. Параметры напряженного состояния дисперсных систем: напряжение, деформация, скорость деформации. Закон Гука. Закон внутреннего трения Ньютона. Основные реологические величины, характеризующие поведение материала под нагрузкой.
75. Течение в цилиндрическом канале (капилляре) ньютоновских и неньютоновских коллоидных растворов.
76. Вязкость разбавленных, агрегативно устойчивых дисперсных систем. Условия применимости уравнения Эйнштейна.
77. Структурирование дисперсных систем. Факторы, определяющие их структуру. Гели и студни. Синерезис.
78. Структура и особенности течения обратимо коагулирующих дисперсных систем. Тиксотропия. Реологические кривые.
79. Структура и особенности течения высококонцентрированных суспензий. Дилатансия. Реологические кривые.
80. Сущность хроматографии. История развития метода.
81. Основные понятия хроматографии. ПФ и НФ.
82. Хроматограмма. Виды хроматограмм.
83. Основные хроматографические параметры - время и объем удерживания.
84. Основные хроматографические параметры - коэффициент удерживания и коэффициент емкости.
85. Качественный анализ в хроматографии. ИУК.
86. Количественный анализ в хроматографии. Методы количественного анализа.
87. Принципиальная схема, основные системы и узлы хроматографа. Система подготовки газов. Дозирующие устройства. Детекторы. Характеристики детекторов различного типа.
88. Описание импульсной регистрации спектров ЯМР с помощью векторной модели
89. Прямые и косвенные диполь-дипольные взаимодействия между ядерными спинами $\frac{1}{2}$ и их проявление в спектрах ЯМР.
90. Импульсная последовательность HSQC как пример “инверсной” регистрации гетероядерных скалярных взаимодействий.
91. Диффузионное движение молекул в растворе как источник релаксационных переходов между Зеемановскими уровнями энергии.
92. Резонансное взаимодействие магнитных ядер с радиочастотным полем B_1
93. Способы увеличения чувствительности в спектроскопии ЯМР.
94. Алгоритм создания температурной программы для изучения термической стабильности твердого образца.
95. Обработка результатов термогравиметрии. Физический смысл и применений первой и второй производной ТГ.

96. Температурная модуляция в дифференциальном термическом анализе. Возможности метода.
97. Выделение сигналов обратимых и необратимых тепловых процессов из общего ДСК сигнала.
98. Основы термокинетики. Основные кинетические модели.
99. Определение энергии активации из модель – независимого анализа.
100. Общие принципы выбора кинетической модели для расчета кинетических параметров реакции.
101. Степень превращение и потеря массы. Дегидратация, возгонка, термическое разложение твёрдых тел. Аррениусовские координаты. Кинетические модели термического разложения.
102. Уравнение Шведова-Бингама. Предельное напряжение сдвига. Пластическая и эффективная вязкость.
103. Реологические кривые течения пластичных дисперсных материалов. Уравнение Шведова-Бингама.
104. Понятие о фрактальных структурах. Уравнение состояния и реологические уравнения фрактальных структур.
105. Эффективность хроматографической колонки. Число теоретических тарелок. ВЭТТ. Разрешение. Оптимизация разрешения в хроматографической системе.
106. Селективность в хроматографии. Фактор разделения, или коэффициент селективности.
107. Теории хроматографии. Изотермы сорбции.
108. Теория теоретических тарелок.
109. Кинетическая теория в хроматографии. Оптимальная скорость потока.
110. Хроматографические колонки. Насадочные колонки и способы их приготовления. Твердые носители; неподвижные фазы и их свойства; эффективность и селективность колонок.
111. Термические характеристики пищевых продуктов функционального и специализированного назначения.
112. Статистическая обработка экспериментальных данных по термическим свойствам пищевых продуктов функционального и специализированного назначения.
113. Организация контроля качества на основании анализа данных по термическим свойствам пищевых продуктов.
114. Формирования критериев оценки качества продуктов функционального и специализированного назначения, основанных на их термических характеристиках.
115. Реологические свойства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения.
116. Статистическая обработка экспериментальных данных по вязкости, предельному сдвиговому напряжению.
117. Анализ технологии производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения по их реологическим характеристикам.
118. Статистический анализ реологических данных, полученных при различных условиях эксперимента.
119. Реологические характеристики пищевых продуктов функционального и специализированного назначения, представляющих собой пасты, гели, суспензии и эмульсии.
120. Статистическая обработка экспериментальных данных по молекулярной массе продуктов функционального и специализированного назначения, имеющих макромолекулярное строение
121. Гель-проникающая хроматография в производстве полисахаридов.
122. Экспрессный метод анализа коллагеновых белков методом гель-проникающей хроматографии.

123. Статистические базы данных по хроматографии пищевых продуктов функционального и специализированного назначения.
124. Молекулярная масса синтетических высокомолекулярных соединений как результат вероятностных процессов, происходящих в полимеризационной системе.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

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

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