



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
КГЭУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИТЭ

\_\_\_\_\_ С.О. Гапоненко  
«27» февраля 2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.01.01 Физико-химические методы анализа  
*(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

---

Направление подготов-  
ки

16.03.01 Техническая физика

\_\_\_\_\_ *(Код и наименование направления подготовки)*

Направленность(и) (профиль(и)) Теплофизика

\_\_\_\_\_ *(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)*

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2024

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
АТПП	проф., д.х.н., проф.	Халитов Ф.Г.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Автоматизация технологических процессов и производств	19.02.2024	11	_____ Зав. каф. АТПП, д.т.н., профессор Дмитриев А.В.
Согласована	Автоматизация технологических процессов и производств	19.02.2024	11	_____ Зав. каф. АТПП, д.т.н., профессор Дмитриев А.В.
Согласована	Учебно-методический совет института Теплоэнергетики	27.02.2024	5	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института	27.02.2024	6	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Физико-химические методы анализа» является формирование знаний к участию при выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.

Задачами дисциплины являются:

- освоение физико-химических методов структурного анализа качества материалов, методиками лабораторного определения свойств материалов и топлив;

- проведение физического и численного эксперимента;

- получение новых данных о количественных характеристиках тепловых процессов.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с дескрипторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК- 3 Способность выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик материалов, приборов, схем и устройств физической электроники различного функционального назначения	ПК-3.1 Применяет физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности
	ПК-3.2 Обладает первичными навыками экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач
	ПК-3.3 Использует современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики
	ПК-3.4 Знает экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Физика», «Химия».

Знания, полученные по освоению дисциплины «Физико-химические методы анализа» необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы и изучении дисциплин «Теория теплофизических свойств веществ», «Теплофизические процессы в теплоэнергетике», «Анализ результатов контроля теплофизических экспериментов».

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	101	101
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,27	82	82
Лекции	0,94	34	34
Практические (семинарские) занятия	1,33	48	48
Лабораторные работы	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,72	98	98
Проработка учебного материала	1,72	62	62
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э
			-

#### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	6	4			2	ТК1	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 3,У,В 4 3 ПК-3.
Раздел 2	26	6		10	10	ТК2	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 3,У,В ПК-3.4 3
Раздел 3	22	4		8	10	ТК3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 3,У,В
Раздел 4	20	4		6	10	ТК4	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 3,У,В ПК-3.4 3
Раздел 5	22	4		8	10	ТК5	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 3,У,В ПК-3.4 3
Раздел 6	26	6		10	10	ТК6	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 3,У,В ПК-3.4 3
Раздел 7	22	6		6	10	ТК7	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 3,У,В ПК-3.4 3
Экзамен	36				36	ОМ 1	
<b>Итого за 8 семестр</b>	<b>180</b>	<b>34</b>		<b>48</b>	<b>98</b>		
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>34</b>		<b>48</b>	<b>98</b>		

### **3.3. Содержание дисциплины**

Раздел 1. Место и роль физико-химических методов исследования в промышленности и энергетике. Значение физических методов для анализа и диагностики оборудования и топлив. Возможности спектральных методов для решения задач науки и производстве в Приволжском регионе и РТ

Раздел 2. Методы колебательной спектроскопии (ИК- и КР – спектроскопия). Теоретические основы. Приборы и экспериментальная техника

Раздел 3. Методы электронной ультра-фиолетовой спектроскопии.

Техника и методики электронной спектроскопии

Раздел 4. Атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия

Раздел 5. Методы магнитного резонанса. Основы теории спектроскопии ЯМР. Физико-химическое применение

Раздел 6. Методы масс-спектрометрии. Процессы ионизации и принципиальные схемы масс-спектрометров. Применение масс-спектрометрии

Раздел 7. Газовая хроматография. Применение газовой хроматографии для анализа органических веществ

### **3.4. Тематический план практических занятий**

Тема 1,2: идентификация органических молекул по характеристичности частот основных групп в ИК и КР спектрах

Тема 3: Количественный анализ по ИК-спектрам

Тема 4, 5: Структурно-спектральное аналитическое применение УФ-спектров.

Тема 6,7: ПМР-спектры отдельных классов органических соединений

Тема 8,9: Масс-спектры отдельных классов органических соединений

### **3.5. Тематический план лабораторных работ**

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### **3.6. Курсовой проект /курсовая работа**

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

## **4. Оценивание результатов обучения**

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

## Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код Индекатора компетенции	Запланированные дескрипторы освоения дисциплины	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			От 85 до 100	От 70 до 84	От 55 до 69	От 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
<b>ПК-3</b>	<p><i>ПК-3.1; ПК-3.2</i></p> <p>способностью применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств</p>	знать:				
		возможности методов анализа при идентификации и количественной оценки состава материалов и изделий	возможности методов анализа при идентификации и количественной оценки состава материалов и изделий	возможности методов анализа при идентификации и количественной оценки состава материалов и изделий, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	Плохо знает возможности методов анализа при идентификации и количественной оценки состава материалов и изделий	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		применять полученные знания для решения прикладных задач при диагностике и анализе состава различных материалов.	Умеет применять полученные знания для решения прикладных задач при диагностике и анализе состава различных материалов.	Умеет применять полученные знания для решения прикладных задач при диагностике и анализе состава различных материалов. допускает при этом ряд незначительных ошибок	В целом демонстрирует умение применять полученные знания для решения прикладных задач при диагностике и анализе состава различных материалов.	При решении задач не демонстрирует умение применять полученные знания для решения прикладных задач при диагностике и анализе состава различных материалов.
владеть:						
знаниями при выборе используемого метода, необходимого для анализа конкретного материала при		Владеет знаниями при выборе используемого метода, необходимо	Продемонстрированы базовые навыки владения знаниями при выборе	Имеется минимальный набор знаний при выборе используемого метода,	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые	

		решении поставленной задачи	димого для анализа конкретного материала при решении поставленной задачи	используемого метода, необходимого для анализа конкретного материала при решении поставленной задачи	необходимого для анализа конкретного материала при решении поставленной задачи	ошибки	
ПК-3	ПК-3.3; ПК-3.4 способностью использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов	знать:					Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		возможности методов анализа при исследовании электронных и структурных характеристик молекул и свойств физико-технических объектов, веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	Владеет знаниями методов анализа при исследовании электронных и структурных характеристик молекул и свойств физико-технических объектов, веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	возможности методов анализа при исследовании электронных и структурных характеристик молекул и свойств физико-технических объектов, веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	Плохо знает возможности методов анализа при исследовании электронных и структурных характеристик молекул и свойств физико-технических объектов, веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности		
		уметь:					
		применять полученные знания для решения конкретных задач при изучении различных параметров и свойств диагностируемых веществ.	Умеет применять полученные знания для решения конкретных задач при изучении различных параметров и свойств диагностируемых веществ.	Умеет применять полученные знания для решения конкретных задач при изучении различных параметров и свойств диагностируемых веществ.	В целом демонстрирует умение применять полученные знания для решения конкретных задач при изучении различных параметров и свойств диагностируемых веществ.	При решении задач не демонстрирует умения применять полученные знания для решения прикладных задач по при диагностике и анализе состава различных материалов.	
		владеть:					
		знаниями при выборе используемого метода при исследовании ве-	Владеет знаниями при выборе используе-	Продемонстрированы базовые навыки	Имеется минимальный набор знаний при	Не продемонстрированы базовые	

		ществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	мого метода при исследовании веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	владения знаниями при выборе используемого метода при исследовании веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	выборе используемого метода при исследовании веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	навыки, допущены грубые ошибки
--	--	--	---	---	---	--------------------------------

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1.1. Основная литература

1. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика) : учебник для вузов. В 2-х кн./Кн.2.: Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник для вузов./ Ю.Я. Харитонов. - 4 –е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2008. – 559 с.

2. Ганеев А.А. - Атомно-абсорбционный анализ: учебное пособие /. А.А.Ганеев, С.Е.Шолупов, А.А.Пупышев и др.- СПб.: Издательство «Лань», 2011.- 304 с. - <https://e.lanbook.com/> - [Электронный ресурс]

1. Тепловые процессы в технологических системах : учебник / А. Н. Резников, Л. А. Резников. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-2272-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212432>.

#### 5.1.2.Дополнительная литература

1. Васильев В.П. Аналитическая химия : учебник для вузов. В 2-х кн./ В.П. Васильев.- 5 –е изд., стер. Кн. 2: Физико-химические методы анализа/ В.П. Васильев - учебник для вузов. В 2-х кн./ В.П. Васильев.- М.: Дрофа.- 2005. - 383с.

2. Конюхов В.Ю. Хроматография: учебник [Электронный ресурс] В.Ю. Конюхов - СПб.: Издательство «Лань» - 2012.- 224 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	<i>Электронно-библиотечная система «Лань»</i>	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	<i>Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»</i>	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	<i>Электронно-библиотечная система «book.ru»</i>	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	<i>Энциклопедии, словари, справочники</i>	<a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a>
5	<i>Портал "Открытое образование"</i>	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>
6	<i>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</i>	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>

### 5.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	<i>Официальный интернет-портал правовой информации</i>	<a href="http://pravo.gov.ru">http://pravo.gov.ru</a>	
2	<i>Справочная правовая система «Консультант Плюс»</i>	<a href="http://consultant.ru">http://consultant.ru</a>	
3	<i>Справочно-правовая система по законодательству РФ</i>	<a href="http://garant.ru">http://garant.ru</a>	

### 5.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	<i>Научная электронная библиотека</i>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	
2	<i>Российская государственная библиотека</i>	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	
3	<i>Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH</i>	<a href="http://www.zbmath.org">http://www.zbmath.org</a>	
4	<i>Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink</i>	<a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>	
5	<i>Образовательный портал</i>	<a href="http://www.uceba.com">http://www.uceba.com</a>	

### 5.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Pro). Реквизиты подтверждающих документов: №2011.25486 от 28.11.2011 ЗАО "СофтЛайнТрейд"

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные	Учебная аудитория для прове-	мультимедийный проектор, но-

	занятия	дения занятий лекционного типа	<i>утбу, экран.</i>
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<i>мультимедийный проектор, ноутбу, экран.</i>
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	<i>технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др., лицензионное программное обеспечение</i>
4	Самостоятельная работа обучающегося	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	<i>Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение</i>
		Читальный зал библиотеки	<i>Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение</i>
			<i>моноблок (6 шт.), принтер (2 шт.), учебно-методические материалы - по количеству студентов</i>

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

*Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются сле-*

дующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по

отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- формирование эстетической картины мира;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Физическое воспитание:**

- формирование ответственного отношения к своему здоровью, потребности в здоровом образе жизни;

- формирование культуры безопасности жизнедеятельности;

- формирование системы мотивации к активному и здоровому образу жизни, занятиям спортом, культуры здорового питания и трезвости.

**Профессионально-трудовое воспитание:**

- формирование добросовестного, ответственного и творческого отношения к разным видам трудовой деятельности;

- формирование навыков высокой работоспособности и самоорганизации, умение действовать самостоятельно, мобилизовать необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

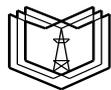
*Экологическое воспитание:*

формирование экологической культуры, бережного отношения к родной земле, экологической картины мира, развитие стремления беречь и охранять природу;

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализую- щей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факульте- та), в состав которо- го входит выпуска- ющая кафедра)
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**по дисциплине**

**Б1.В.ДЭ.01.01.01 Физико-химические методы анализа**

---

*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РВП)*

г. Казань, 2024



Оценка «отлично» выставляется за выполнение расчетных работ в семестре; тестовых заданий; освоение физико-химических методов структурного анализа качества материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка «хорошо» выставляется за выполнение расчетных работ в семестре; тестовых заданий; освоение физико-химических методов структурного анализа качества материалов, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка «удовлетворительно» выставляется за выполнение **расчетных работ** в семестре и тестовых заданий;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное выполнение расчетных работ в семестре и тестовых заданий.

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код Индикатора компетенции	Запланированные дескрипторы освоения дисциплины	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			От 85 до 100	От 70 до 84	От 55 до 69	От 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
<b>ПК-3</b>	ПК-3.1; ПК-3.2  способностью применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств	знать:				
		возможности методов анализа при идентификации и количественной оценки состава материалов и изделий	возможности методов анализа при идентификации и количественной оценки состава материалов и изделий	возможности методов анализа при идентификации и количественной оценки состава материалов и изделий, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	Плохо знает возможности методов анализа при идентификации и количественной оценки состава материалов и изделий	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		применять полученные знания для решения прикладных задач при диагностике и анализе состава раз-	Умеет применять полученные знания для решения прикладных	Умеет применять полученные знания для решения прикладных	В целом демонстрирует умение применять полученные знания для	При решении задач не демонстрирует умение применять

		личных материалов.	задач при диагностики и анализе состава различных материалов.	задач при диагностики и анализе состава различных материалов. допускает при этом ряд небольших ошибок	решения применять полученные знания для решения прикладных задач при диагностики и анализе состава различных материалов.	полученные знания для решения прикладных задач по при диагностики и анализе состава различных материалов.
		<b>владеть:</b>				
		знаниями при выборе используемого метода, необходимого для анализа конкретного материала при решении поставленной задачи	Владеет знаниями при выборе используемого метода, необходимого для анализа конкретного материала при решении поставленной задачи	Продемонстрированы базовые навыки владения знаниями при выборе используемого метода, необходимого для анализа конкретного материала при решении поставленной задачи	Имеется минимальный набор знаний при выборе используемого метода, необходимого для анализа конкретного материала при решении поставленной задачи	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки
		<b>знать:</b>				
<b>ПК-3</b>	<p><i>ПК-3.3;</i> <i>ПК-3.4</i></p> <p>способностью использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов</p>	возможности методов анализа при исследовании электронных и структурных характеристик молекул и свойств физико-технических объектов, веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	Владеет знаниями методов анализа при исследовании электронных и структурных характеристик молекул и свойств физико-технических объектов, веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	возможности методов анализа при исследовании электронных и структурных характеристик молекул и свойств физико-технических объектов, веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	Плохо знает возможности методов анализа при исследовании электронных и структурных характеристик молекул и свойств физико-технических объектов, веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		<b>уметь:</b>				
		применять полученные знания для решения конкрет-	Умеет применять полученные	Умеет применять полученные	В целом демонстрирует умение	При решении задач не демон-

		ных задач при изучении различных параметров и свойств диагностируемых веществ.	знания для решения конкретных задач при изучении различных параметров и свойств диагностируемых веществ.	знания для решения конкретных задач при изучении различных параметров и свойств диагностируемых веществ.	применять полученные знания для решения конкретных задач при изучении различных параметров и свойств диагностируемых веществ.	стрирует умения применять полученные знания для решения прикладных задач по при диагностике и анализе состава различных материалов.
		владеть:				
		знаниями при выборе используемого метода при исследовании веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	Владеет знаниями при выборе используемого метода при исследовании веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	Продемонстрированы базовые навыки владения знаниями при выборе используемого метода при исследовании веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	Имеется минимальный набор знаний при выборе используемого метода при исследовании веществ и материалов, используемых в различных областях промышленности	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы	Темы рефератов

#### **4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

Оценка текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Физико-химические методы анализа» производится при помощи следующих оценочных средств:

##### **4.1. Входной контроль**

Входной контроль проводится в начале семестра. Он представляет собой творческое задание в виде вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин. Контроль проводится по оценке остаточных знаний по таким дисциплинам как «Термодинамика», «Математика», «Физика», «Химия». Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в письменном виде на первой лекции семестра в течение 15-20 минут. Итоги входного контроля используются для корректировки методик проведения лекционных и практических занятий, а также для определения уровня освоения программы образования: базового, продвинутого и высокого. Однако студент в праве сам выбирать, по программе какого уровня будет выполняться его работа.

##### ***Задания для входного контроля***

1. Газовые законы. Уравнение состояния идеального газа.
2. Идеальные и реальные газы.
3. Силы межмолекулярных взаимодействий.
4. Законы термодинамики.
5. Химические формулы. Химические уравнения. Примеры.
6. Вычисления по химическим формулам.
7. Понятие числовой функции. Примеры простейших функций.
8. Понятие производной дифференциала.
9. Определение интеграла.
10. Дифференциальные уравнения.

##### **4.2. Контроль текущей успеваемости**

Данный вид контроля состоит из задач различного уровня и тем докладов.

##### **Шкала оценивания результатов**

Оценка	Баллы
удовлетворительно	35-40
хорошо	41-50
отлично	51-60

#### 4.2.1. Тестовые задания, задачи различного уровня и темы докладов

Для *продвинутого и высокого уровня* он представляет собой решение типовых задач по читаемому курсу.

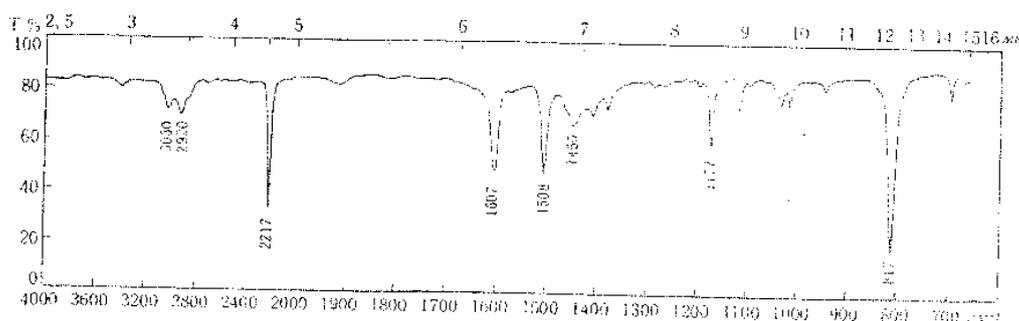
##### Примеры задач:

Для *продвинутого уровня*

Тема 1,2 : Идентификация органических молекул по характеристичности частот основных групп в ИК и КР спектрах.

**Занятие 1.** Рассматриваемые вопросы : анализ колебательных спектров, идентификация и строение органических вещества.

Задача 1. Определите структуру соединения  $C_8H_7N$ , т. пл.  $29,5^\circ$  по данному ИК-спектру



Пара – замещение ароматического кольца и наличие нитрильной группы очевидны.

$3030\text{ см}^{-1}$ :  $\nu_{\text{C-H}}$  бензольного кольца

$2920\text{ см}^{-1}$ :  $\nu_{\text{C-H}}$  метильной группы

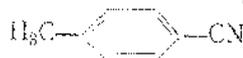
$2217\text{ см}^{-1}$ : Валентное колебание нитрильной группы ( $2260 - 2210\text{ см}^{-1}$  и более низкая область для сопряженной  $C\equiv N$ ).

$1607$  и  $1508\text{ см}^{-1}$ : Бензольное кольцо. Надо отметить несколько более высокое положение полосы за счет пара – замещения (обычно  $1600$  и  $1500\text{ см}^{-1}$ )

$817\text{ см}^{-1}$ : Два смежных атома водорода в бензольном кольце ( $860-800$ , обычно  $\sim 810\text{ см}^{-1}$ ).

Ответ.

n-Метилбензонитрил



**Занятие 2.** Рассматриваемые вопросы : о водородных связях, о определении симметрии простейших молекул по ИК- и КР-спектрам.

Задача 1. На рисунке показаны изменения в ИК- спектре, вызываемые изменением концентрации этилового спирта в четыреххлористом углероде.

Какие выводы можно сделать на основании этих данных?

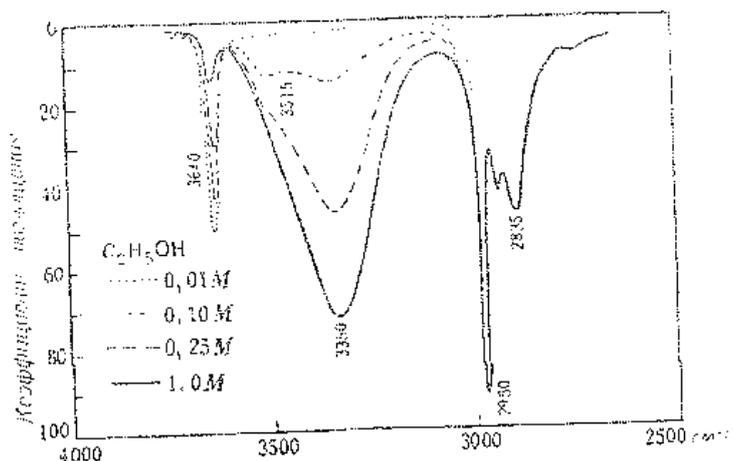
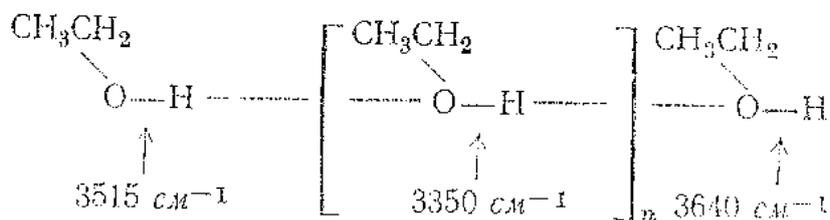


Рис.16

Ответ.

Поглощение этилового спирта в области  $3300\text{ см}^{-1}$  [1].

Полосы поглощения  $\nu\text{CH}$  при  $2950$  и  $2835\text{ см}^{-1}$  не изменяются с изменением концентрации, что видно из рисунка, где по оси ординат отложен коэффициент поглощения. Полосы поглощения  $3640$ ,  $3515$  и  $3350\text{ см}^{-1}$  связаны с поглощением мономерной, димерной и полимерной гидроксильных групп соответственно [2]. Этиловый спирт существует в мономерной форме при концентрациях, не превышающих  $0,01\text{ M}$ , а сильное поглощение полимерной группы  $\text{OH}$  становится явным при концентрации  $1,0\text{ M}$ .



Полоса  $3640\text{ см}^{-1}$ , обусловленная концевым «мономерным» гидроксидом, в истинном мономере слегка сдвинута в сторону более высоких частот (концевой гидроксил поглощает при  $3620\text{ см}^{-1}$ , а мономер – при  $3650\text{ см}^{-1}$  [3]). Изменение спектра при изменении температуры аналогично показанному на графике. Например, в случае  $0,25\text{ M}$  раствора в четыреххлористом углероде интенсивность полимерной полосы  $3350\text{ см}^{-1}$  снижается и спектр становится подобным спектру, изображенному на рисунке для концентрации  $0,01\text{ M}$ .

В каждом учебном модуле студенту выдается задание состоящее из 3 задач. За каждое правильно выполненное задание продвинутого уровня присваивается 4 балла, для высокого уровня – 5 баллов.

**Темы докладов:**

Доклады на темы:

1. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Область решаемых вопросов.
2. Метод рентгеновской спектроскопии
3. Основы фотоэлектронной спектроскопии
4. Возможности ИК-спектроскопии при изучении комплексов с водородной связью
5. Масс-спектральные термодинамические исследования
6. Теоретические основы хроматографии. Общая схема хроматографического анализа.

Доклад представляется в виде реферата. Защита реферата проводится устной форме. На защиту отводится 5-10 минут. На защите студент может использовать любые средства представления материала, например презентацию, дискуссию. За представленный доклад максимально может быть получено 10 баллов.

### 4.3. Экзамен по дисциплине

Экзамен является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретённых в течение обучения по дисциплине. Экзамен проводится в письменной форме с дальнейшим собеседованием. Студент выбирает билет, содержащий 2 вопроса из базового и продвинутого уровня, вопросы высокого уровня задаются дополнительно (устно при собеседовании). Билеты формируются преподавателем перед зачетно-экзаменационной сессией.

По результатам ответов на промежуточной аттестации выставляется максимально 40 баллов: при полном ответе на вопрос базового уровня – 10 баллов, базового и продвинутого – 25 баллов; базового, продвинутого и высокого – 40 баллов. В случае неполных ответов по билету или спорной оценки задаются дополнительные вопросы из общего списка (вне зависимости от уровня освоения) по усмотрению преподавателя.

Итоговая оценка по дисциплине представляет собой сумму из баллов полученных в течении семестра и баллов полученных на промежуточной аттестации.

Шкала оценивания результатов

Оценка	Баллы
удовлетворительно	55-75
хорошо	76-90
отлично	91-100

### *Вопросы для подготовки*

#### *Вопросы для базового уровня:*

1. Предмет молекулярной спектроскопии. Шкала частот электромагнитных волн и спектроскопия ЯМР, ЭПР, ИК, УФ. Их краткая характеристика.
2. Природа взаимодействия молекул с электромагнитным полем, области проявления частот для различных методов спектроскопии.
3. Краткая теория колебаний двухатомной молекулы. Гармонический осцилятор.
4. Природа спектроскопии ядерного магнитного резонанса. Природа ядра, напряженность приложенного магнитного поля и величина энергетического уровня.
5. Основы масс-спектрометрии. Принципиальная схема прибора. Масс спектр.
6. Принцип методов регистрации спектров поглощения. Схема двухлучевого ИК-спектрометра.
7. Газовая хроматография. Методы хроматографического разделения.

### ***Вопросы для продвинутого уровня***

8. Взаимодействие вещества с излучением. Происхождение оптического молекулярного спектра и отдельные области последнего
9. Колебаний двухатомной молекулы. Ангармонический осцилятор. Основные линии и обертона.
10. Колебания многоатомных молекул - валентные, деформационные. Нормальные колебания.
11. Магнитное экранирование и химический сдвиг в протонном магнитном резонансе. Единицы измерения и шкалы  $\delta$  и  $\tau$  химического сдвига.
12. Молекулярный ион  $M^+$  в масс-спектрах. Потенциал ионизации. Понятие фрагментации.
13. Инфракрасная спектроскопия поглощения. Правила отбора (положение полос и их интенсивность). Расшифровка ИК-спектров по методу характеристических частот.
14. Устройство газового хроматографа и получение хроматограммы.

### ***Вопросы для высокого уровня***

15. Колебаний двухатомной молекулы. Ангармонический осцилятор. Законы переходов между отдельными энергетическими уровнями, правила отбора по энергии и интенсивности, структура спектров.
16. Связь спектральных характеристик со строением молекул (общий обзор).
15. Спин-спиновые взаимодействия в методе ПМР и спектральная картина для систем  $Cl_2CH - CH_3$ .
17. Использование изотопного содержания элементов при определении молекулярной формулы в масс-спектрометрии. Таблица Бейнона. Азотное правило.
18. Применение ИК-спектроскопии в структурных исследованиях (идентификация функциональных групп и отдельных структурных фрагментов, качественный и количественный анализ многокомпонентных смесей, характер и степень координации лигандов в устойчивых комплексах, конформационный анализ, изучение межмолекулярных взаимодействий и т.д.).
19. Краткая теория хроматографического процесса. Качественный и количественный анализ.

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов, что является очень важным в деле подготовки высококвалифицированных магистров по направлению «Техническая физика» профиля подготовки «Теплофизика».