

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 28.09.2023 14:31:06  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

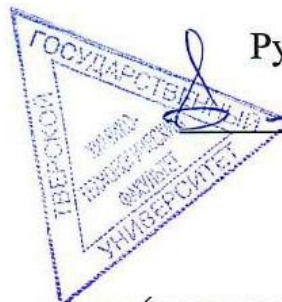
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

27 июня 2023 г



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

## Фотометрия пламени

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация

Химия функциональных материалов

Для студентов 4 курса очной формы обучения

Составитель: к.х.н., доцент Феофанова М.А.

Тверь, 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины:**

*Цель* дисциплины: подготовка специалистов, владеющих теоретическими основами и практическими приемами фотометрии пламени.

Методы анализа по фотометрии пламени являются одними из наиболее распространенных инструментальных методов анализа. Их достоинствами являются высокая чувствительность и достаточно высокая точность определения. К числу достоинств этих методов можно отнести и относительно невысокую стоимость применяемой аппаратуры, а, следовательно, и стоимость выполненных анализов

Все перечисленные достоинства методов анализа по фотометрии пламени определяют их особое место в подготовке высококвалифицированного специалиста в области аналитической химии. Эти методы являются важнейшим разделом образовательной подготовки бакалавров, в значительной степени определяющим потенциальные возможности использования специалиста и перспективы его роста в избранной области.

*Задачи* освоения дисциплины: подготовка студентов, умеющими реализовать возможности, заложенные в аппаратуру для проведения анализа по фотометрии пламени, умеющих реализовать уже разработанные методики этого вида анализа.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Фотометрия пламени» входит в Элективные дисциплины 3 Части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Дисциплина закладывает знания для подготовки выпускной работы, производственной практики. Дисциплина непосредственно связана с дисциплинами «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Физика». Этот метод с успехом применяются не только в химии и биологии, но и во многих других областях науки и техники и технологии.

### **3. Объем дисциплины: 5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лекции **22** часа, лабораторные работы **44** часа, в т. ч. лабораторная практическая подготовка – **44** часа;

**самостоятельная работа:** **69** часов, контроль **45** часов.

### **4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-1</p> <p>Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p> <p>ПК-1.2 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР</p> <p>ПК-1.3 Готовит объекты исследования</p>
<p>ПК-2</p> <p>Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p>	<p>ПК-2.1 Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)</p> <p>ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)</p>

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:**  
экзамен в 8-м семестре.

**6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Контроль самостоятельной работы	Самостоятельная работа (час.)	Контроль
		Лекции	Практические (лабораторные) работы			
1. Введение	2	2				
2. Пламенно-эмиссионный анализ	104	10	32	20	27	15

3. Пламенно-абсорбционный анализ.	74	10	12	20	20	12
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>22</b>	<b>44</b>	<b>40</b>	<b>47</b>	<b>27</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Введение	Лекция,	Лекция, дискуссия, активизация творческой деятельности
2. Пламенно-эмиссионный анализ	Лекция, лабораторная работа в химической лаборатории	Лекция, дискуссия, активизация творческой деятельности, метод малых групп, подготовка и реализация лабораторных работ и интерпретация результатов
3. Пламенно-абсорбционный анализ.	Лекция, лабораторная работа в химической лаборатории	Лекция, дискуссия, активизация творческой деятельности, метод малых групп, подготовка и реализация лабораторных работ и интерпретация результатов

### IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

#### Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-1

Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	<p><b>1.</b></p> <p>Абсорбционным методом получены результаты поглощения для серии стандартных растворов ртути: С(Hg)? мкг/мл 0 0,30 0,60 1,00 2,00  Поглощение 0,02 0,90 0,175 0,268 0,440  Поглощение пробы 0,040.  Какова концентрация ртути в пробе?  Построить калибровочный график в Excel, найти аппроксимирующую функцию и с ее помощью вычислить результат.</p> <p><b>2.</b></p> <p>При определении свинца в пробе методом фотометрии пламени получен сигнал 0,325 усл.ед. К пробе объемом 100 мл добавили 300 мкл соли свинца с концентрацией 50,0 мг/л и получили сигнал 0,670 усл.ед.  Какова концентрация свинца в пробе? Для расчетов использовать графический метод с применением Excel.</p>	<p>Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла– 2 балла; •  Имеется верное решение только части задания– 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>
ПК-1.2 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	<p><b>1.</b></p> <p>Абсорбционным методом получены результаты поглощения для серии стандартных растворов ртути: С(Hg)? мкг/мл 0 0,30 0,60 1,00 2,00  Поглощение 0,02 0,90 0,175 0,268 0,440  Поглощение пробы 0,040.  Какова концентрация ртути в пробе?</p>	<p>Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не</p>

	<p>Построить калибровочный график в Excel, найти аппроксимирующую функцию и с ее помощью вычислить результат.</p> <p><b>2.</b></p> <p>При определении свинца в пробе методом фотометрии пламени получен сигнал 0,325 усл.ед. К пробе объемом 100 мл добавили 300 мкл соли свинца с концентрацией 50,0 мг/л и получили сигнал 0,670 усл.ед.</p> <p>Какова концентрация свинца в пробе? Для расчетов использовать графический метод с применением Excel.</p>	<p>искажающие общего смысла – 2 балла; •</p> <p>Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>
<p>ПК-1.3 Готовит объекты исследования</p>	<p>1</p> <p>Почему одновременный анализ нескольких элементов праменно-абсорбционным методом более сложен, чем праменно-эмиссионным методом?</p> <p>2.</p> <p>Какое влияние окажет изменение скорости потока горючего газа и окислителя на практические результаты анализа по фотометрии пламени?</p> <p>3.</p> <p>Почему в пламенно-абсорбционным методе используются щелевые горелки, а в пламенно-абсорбционном нет?</p>	<p>Правильный ответ – 1 балл Тест из 3 заданий: 1 балл – «3», 2 балла – «4», 3 балла – «5»</p>

### Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-2

Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы

<p align="center"><b>Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина</b></p>	<p align="center"><b>Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)</b></p>	<p align="center"><b>Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания</b></p>
<p>ПК-2.1 Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)</p>	<p>1. Абсорбционным методом получены результаты поглощения для серии стандартных растворов ртути: С(Hg)? мкг/мл 0 0,30 0,60 1,00 2,00  Поглощение 0,02 0,90 0,175 0,268 0,440  Поглощение пробы 0,040.  Какова концентрация ртути в пробе?  Построить калибровочный график в Excel, найти аппроксимирующую функцию и с ее помощью вычислить результат.  Поясните особенности использования метода калибровочного графика для пламенно-абсорбционного метода. Сопоставить результат с данными открытых баз данных.</p> <p>2. При определении свинца в пробе методом фотометрии пламени получен сигнал 0,325 усл.ед. К пробе объемом 100 мл добавили 300 мкл соли свинца с концентрацией 50,0 мг/л и получили сигнал 0,670 усл.ед.  Какова концентрация свинца в пробе? Для расчетов использовать графический метод с применением Excel.  Поясните особенности использования метода стандартных добавок для пламенно-эмиссионного метода. Сопоставить результат с данными открытых баз данных.</p>	<p>Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены незначительные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; •  Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>
<p>ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты</p>	<p>1. Абсорбционным методом получены результаты</p>	<p>Имеется полное верное решение, включающее правильный</p>

<p>патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)</p>	<p>поглощения для серии стандартных растворов ртути: С(Hg)? мкг/мл 0 0,30 0,60 1,00 2,00          Поглощение 0,02 0,90 0,175 0,268 0,440          Поглощение пробы 0,040.          Какова концентрация ртути в пробе?          Построить калибровочный график в Excel, найти аппроксимирующую функцию</p>	<p>ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла– 2 балла; • Имеется верное решение только части задания– 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>
	<p>и с ее помощью вычислить результат.          Поясните особенности использования метода калибровочного графика для атомно-абсорбционного метода. Сопоставить результат с данными открытых баз данных.</p> <p>2. При определении свинца в пробе методом фотометрии пламени получен сигнал 0,325 усл.ед. К пробе объемом 100 мл добавили 300 мкл соли свинца с концентрацией 50,0 мг/л и получили сигнал 0,670 усл.ед. Какова концентрация свинца в пробе? Для расчетов использовать графический метод с применением Excel. Сопоставить результат с данными открытых баз данных.</p> <p>Поясните особенности использования метода стандартных добавок для атомно-эмиссионного метода.</p> <p>3. Почему одновременный анализ нескольких элементов праменно-абсорбционным методом более сложен, чем праменно-эмиссионным методом? Используйте открытые базы данных для подготовки ответа</p>	<p>Правильный ответ – 1 балл Тест из 3 заданий: 1 балл – «3» , 2 балла – «4» , 3 балла – «5»</p>



	<p>4. Какое влияние окажет изменение скорости потока горючего газа и окислителя на практические результаты анализа по фотометрии пламени? Используйте открытые базы данных для подготовки ответа</p> <p>5. Почему в пламенно-абсорбционным методе используются щелевые горелки, а в пламенно-абсорбционном нет? Используйте открытые базы данных для подготовки ответа</p>	
--	--	--

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

Бёккер Ю. Спектроскопия [Электронный ресурс]: учебник/ Бёккер Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2009.— 528 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12735.html>.— Вход по паролю регимтрации

### б) Дополнительная литература:

Ганеев, А.А. Атомно-абсорбционный анализ. [Электронный ресурс] / А.А. Ганеев, С.Е. Шолупов, А.А. Пупышев, А.А. Большаков. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 304 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4028> — Загл. с экрана.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.xumuk.ru/>
2. <http://nehudlit.ru/books/subcat283.html>
3. [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html)
4. <http://elibrary.ru/>
5. <http://www.medbook.net.ru/23.shtml>  
<http://www.chem.msu.su/rus/teaching/kolman/index.htm>

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### **Учебная программа дисциплины**

. Классификация методов анализа по фотометрии пламени. Области применения. Общая схема аппаратурной реализации этих методов анализа.

Основные понятия в пламенно-эмиссионной фотометрии. Общая схема основных процессов. Распыление анализируемого раствора. Основные виды распылителей, принципы их работы, конструктивные особенности, требования, предъявляемые к ним.

Пламена, используемые в пламенно-эмиссионной фотометрии. Условия образования и структура пламен. Основные параметры пламен и их влияние на результаты анализа. Горелки, используемые в пламенно-эмиссионном анализе, их устройство, основные характеристики.

Физико-химические процессы, происходящие в пламени при пламенно-эмиссионном анализе. Общая схема процессов. Излучение света в пламени. Атомные, молекулярные, сплошные спектры. Зависимость между интенсивностью излучения и концентрацией элементов в растворе.

Фотометры и спектрофотометры для эмиссионного метода. Типы приборов, их характеристики и область применения, их основные узлы.

Техника фотометрирования. Рабочая область концентраций. Измерение с помощью: градуировочной кривой, метода ограничивающих растворов, метода добавок. Выбор пламени.

Основные понятия. Общая схема основных процессов. Физико-химические процессы в абсорбционном методе.

Поглощение света в пламени. Непламенные методы атомизации.

Фотометры для абсорбционного метода. Типы приборов. Источники излучения: лампы с полым катодом, лампы с парами металлов. Монохроматоры, приемники, излучения, усилители, регистрирующие приборы.

Техника фотометрирования. Выбор пламени. Измерение концентрации раствора пробы. Использование электротермической атомизации для абсорбционного метода.

### **Перечень лабораторных работ**

1. Ознакомление с правилами работы на пламенном спектрофотометре. Поиск оптимальных параметров работы пламенного фотометра для анализа Li, K, Na.

2. Качественный анализ раствора на присутствие Li, K, Na.

3. Определение содержания Li (K, Na,) методом градуировочной кривой
4. Определение содержания Li (K, Na, Ca) методом добавок
5. Определение содержания Na и K в образце минеральной воды
6. Оценка качества калийного удобрения (по содержанию калия)
7. Ознакомление с правилами работы на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Выбор оптимальных параметров для определения содержания в растворе Ag.
8. Определение содержания серебра методом атомно-абсорбционной спектроскопии в пробе сплава.
9. Определение содержания Fe, Ni в сплаве

### **Программа итогового экзамена**

Классификация методов анализа по фотометрии пламени. Области применения. Общая схема аппаратурной реализации этих методов анализа.

Основные понятия в пламенно-эмиссионной фотометрии. Общая схема основных процессов. Распыление анализируемого раствора. Основные виды распылителей, принципы их работы, конструктивные особенности, требования, предъявляемые к ним.

Пламена, используемые в пламенно-эмиссионной фотометрии. Условия образования и структура пламен. Основные параметры пламен и их влияние на результаты анализа. Горелки, используемые в пламенно-эмиссионном анализе, их устройство, основные характеристики.

Физико-химические процессы, происходящие в пламени при пламенно-эмиссионном анализе. Общая схема процессов. Излучение света в пламени. Атомные, молекулярные, сплошные спектры. Зависимость между интенсивностью излучения и концентрацией элементов в растворе.

Фотометры и спектрофотометры для эмиссионного метода. Типы приборов, их характеристики и область применения, их основные узлы.

Техника фотометрирования. Рабочая область концентраций. Измерение с помощью: градуировочной кривой, метода ограничивающих растворов, метода добавок. Выбор пламени.

Основные понятия. Общая схема основных процессов. Физико-химические процессы в абсорбционном методе.

Поглощение света в пламени. Непламенные методы атомизации.

Фотометры для абсорбционного метода. Типы приборов. Источники излучения: лампы с полым катодом, лампы с парами

металлов. Монохроматоры, приемники, излучения, усилители, регистрирующие приборы.

Техника фотометрирования. Выбор пламени. Измерение концентрации раствора пробы. Использование электротермической атомизации для абсорбционного метода.

## **Рейтинг-контроль**

### **1 МОДУЛЬ**

#### Лабораторная работа №1

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **3 балла**

Объяснение теоретических основ данной работы – **1 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -**1 балл**

Решение задачи на тему данной лабораторной работы – **1 балл**

#### Лабораторная работа №2

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **3 балла**

Объяснение теоретических основ данной работы – **1 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -**1 балл**

Решение задачи на тему данной лабораторной работы – **1 балл**

#### Лабораторная работа №3

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **3 балла**

Объяснение теоретических основ данной работы – **1 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -**1 балл**

Решение задачи на тему данной лабораторной работы – **1 балл**

#### Лабораторная работа №4

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **3 балла**

Объяснение теоретических основ данной работы – **1 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -**1 балл**

Решение задачи на тему данной лабораторной работы – **1 балл**

#### Лабораторная работа №5

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **3 балла**

Объяснение теоретических основ данной работы – **1 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -**1 балл**

Решение задачи на тему данной лабораторной работы – **1 балл**

### **Первая контрольная точка**

..... **30 баллов**

### **2 МОДУЛЬ**

#### Лабораторная работа №6

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **3 балла**

Объяснение теоретических основ данной работы – **1 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -**1 балл**

#### Лабораторная работа №7

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **3 балла**

Объяснение теоретических основ данной работы – **1 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -**1 балл**

### Лабораторная работа №8

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **4 балла**

Объяснение теоретических основ данной работы – **3 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -**1 балл**

Решение задачи на тему данной лабораторной работы – **1 балл**

Премияльные баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – **1 балл**

### Лабораторная работа №9

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **4 балла**

Объяснение теоретических основ данной работы – **2 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -**2 балл**

Решение задачи на тему данной лабораторной работы – **1 балл**

Премияльные баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – **1 балл**

**Вторая контрольная точка**

..... **30 баллов**

**Экзамен** – итоговое тестирование по теме ..... **40 баллов**

**Итого за семестр** ..... **100 баллов**

Примечание: если не выполнена экспериментальная часть лабораторной работы, то лабораторная работа не может быть зачтена и зачет по данной дисциплине за триместр не выставляется

## **VII. Материально-техническое обеспечение**

1. Пламенный фотометр
2. Дозаторы, микрошприцы
3. Компьютерное ПО для обработки результатов анализа.
4. Химическая посуда и реактивы

## **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел I Аннотация.	Измены часы лекций и практических занятий согласно учебному плану на 2021-2022 уч. год	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета