

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор  
 по образовательной деятельности  
 А.А. Панфилов

« 30 » 08 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

Направление подготовки **19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**  
 Профиль/программа подготовки **Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий**  
 Уровень высшего образования **Бакалавриат**  
 Форма обучения **Очная**

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
3	3/108	18		36	54	Зачет
Итого	3/108	18		36	54	Зачет

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является обучение студентов теоретическим и практическим основам аналитической химии и физико-химическим методам анализа.

Задачи: овладение методами аналитической химии, методами расчета результатов эксперимента, методами интерпретации полученных результатов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» относится к дисциплинам вариативной части.

Пререквизиты дисциплины: неорганическая химия, органическая химия, физика, математика.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции <sup>1</sup>	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ПК-5 Способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	полное	<i>Знать:</i> основы методов анализа, методы статистической обработки результатов эксперимента. <i>Уметь:</i> проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции. <i>Владеть:</i> основами математической обработки результатов анализа.

## 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	СРС		
1	Введение, основные понятия и термины. Методы анализа	3	1-3	4			12	4/100	
2	Титриметрия	3	4-6	4	12		10	8/50	1-й рейтинг-контроль
3	Электрохимические методы анализа	3	7-11	4	12		10	8/50	
4	Спектроскопические методы анализа	3	12-14	4	12		12	16/100	2-й рейтинг-контроль
5	Основные объекты анализа	3	15-18	2			10	2/100	3-й рейтинг-контроль
Всего за 3 семестр:				18	36		54	38/70	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР нет									
Итого по дисциплине				18	36		54	38/70	Зачет

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Раздел 1. Введение, основные понятия и термины. Методы анализа

Тема 1. Предмет аналитической химии, ее структура. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения, повышение точности и избирательности, экспрессности анализа. Виды анализа.

Тема 2. Выбор метода анализа. Критерии выбора метода анализа. Классификация методов по способу получения аналитического сигнала

#### Раздел 2. Титриметрия

Тема 1. Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент, молярная масса эквивалента, молярная концентрация. Первичные и вторичные стандарты. Фиксаналы. Виды кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования и величину скачка титрования в различных методах. Точка эквивалентности. Способы определения конечной точки титрования в различных методах.

Тема 2. Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.

Тема 3. Комплексонометрия. Этилендиаминтетраацетат натрия – титрант в комплексонометрии. Металлоиндикаторы и требования к ним. Кривые титрования.

Комплексонометрическое определение жесткости воды. Определение постоянной и временной жесткости воды.

### Раздел 3. Электрохимические методы анализа

Тема 1. Общая характеристика методов. Классификация. Потенциометрия. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионоселективных электродов. Характеристики ионоселективных электродов: электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Примеры практического применения ионметрии. Определение рН, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов. Потенциометрическое титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования в реакциях: кислотно-основных, комплексообразования, окисления-восстановления.

### Раздел 4. Спектроскопические методы анализа

Тема 1. Спектры молекул, их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Представление о полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Основные законы поглощения электромагнитного излучения (Бугера-Ламберта-Бера) и закон излучения (Ломакина-Шайбе). Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого соединения. Классификация спектральных приборов, их характеристики. Приемники излучения.

Тема 2. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера). Связь оптической плотности с концентрацией. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Примеры практического применения метода.

### Раздел 5. Основные объекты анализа

Тема 1. Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы. Характерные особенности и задачи их анализа. Природные и синтетические органические вещества и элементорганические соединения, полимеры.

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

### Раздел 2. Титриметрические методы анализа

#### Тема 2. Кислотно-основное титрование

Определение содержания кислоты в растворе титриметрическим методом.

#### Тема 3. Комплексонометрия

Комплексонометрическое определение жесткости воды.

### Раздел 3. Электрохимические методы анализа

Потенциометрическое определение содержания нитратов в овощах и фруктах

Потенциометрическое определение содержания фторидов в воде

### Раздел 4. Спектроскопические методы анализа

Фотометрическое определение содержания железа в растворе

Фотометрическое определение содержания меди в растворе

Фотометрическое определение содержания никеля в растворе

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (раздел 1. тема 2)
- Групповая дискуссия (раздел 2. тема 3)

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3)**

### ***Рейтинг-контроль № 1***

1. Дайте определение аналитической химии как науки. Ее предмет, цели, задачи.
2. Как связана наука "аналитическая химия" с жизнью современного общества (наукой, производством, окружающей средой, медициной, качеством жизни).
3. Назовите основные этапы развития аналитической химии.
4. Как вы определите аналитические задачи (обнаружение, идентификация, определение, тестирование веществ)?
5. По каким принципам классифицируют методы аналитической химии (химические, физические, биологические; обнаружения, идентификации, определения; разделения и концентрирования; гибридные и комбинированные; прямые и косвенные методы)?
6. Метод и методика. Метрологические параметры методики: продолжительность, трудоемкость, стоимость, приборное обеспечение.
7. Дайте определение метрологических характеристик методов определения (чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, избирательность).

### ***Рейтинг-контроль №2***

1. Для чего нужны кривые потенциметрического титрования? Их виды и обработка.
2. Чем обусловлена высокая селективность твердых кристаллических мембран в потенциометрии?
3. Нарисуйте кривую потенциметрического титрования гидроксида натрия серной кислотой. Объясните ее ход и значение.
4. Нарисуйте кривую потенциметрического титрования карбоната натрия соляной кислотой. Объясните ее ход и значение.
5. В чем различие прямой и косвенной потенциометрии? Приведите примеры их использования.
6. Каково происхождение аналитического сигнала в электрохимических методах анализа?
7. Нарисуйте кривую потенциметрического титрования фосфорной кислоты гидроксидом натрия. Объясните ее ход и значение.
8. В стандартных растворах соли калия с концентрацией 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001 М были измерены электродные потенциалы калийселективного электрода относительно хлоридсеребряного электрода и получены следующие значения 100; 46,0; -7,00; - 60,0 мВ . Навеску образца массой 0,2000 г, содержащего калий, растворили в воде и объем довели до 100 мл. Измерили электродный потенциал калийселективного электрода, получили значение 60 мВ. Вычислить массовую долю калия в образце.
9. Нарисуйте кривую кондуктометрического титрования уксусной кислоты гидроксидом натрия. Объясните ее ход и значение.

### ***Рейтинг контроль № 3***

1. Какими величинами характеризуются полосы поглощения в молекулярных абсорбционных спектрах?
2. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность.
3. При каких длинах волн следует измерять оптическую плотность растворов при фотометрическом анализе смеси веществ, если их спектры поглощения накладываются друг на друга?
4. Какой вариант спектрофотометрии следует выбрать, если главным требованием является а) быстрота выполнения, б) высокая точность при достаточно высоком содержании элемента, в) учет влияния фона?
5. Что используют в качестве раствора сравнения при дифференциальном способе измерения оптической плотности, если основной закон светопоглощения а) выполняется, б) не выполняется?
6. Способы определения концентрации в фотометрии.
7. Для определения никеля с диметилглиоксимом навеску стали растворяют и разбавляют раствор до 100 мл. К 5 мл раствора добавляют необходимые реактивы, разбавляют водой до 50 мл и фотометрируют при длине кюветы 1 см (молярный коэффициент светопоглощения равен  $1,3 \cdot 10^3$ ). Вычислить массу навески стали, если оптическая плотность равна 0,435 а массовая доля никеля равна 0,5%.
8. Определить массовую долю цинка в муке, если навеску 10 г озолили и золу растворили в колбе на 100 мл. Для анализа отобрали 10 мл полученного раствора добавили необходимые реактивы, разбавили до 50 мл и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 5 см, которая оказалась равной 0,5. Для построения градуировочного графика в мерные колбы на 50 мл ввели 2, 4, 6, 8, 10 мл стандартного раствора цинка с концентрацией 1 мкг/мл, добавили необходимые реактивы, довели колбы до метки водой и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 5 см. Получили оптические плотности 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0.

### Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен),

#### контрольные вопросы для подготовки к экзамену:

1. Предмет аналитической химии, ее структура.
2. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения, повышение точности и избирательности, экспрессности анализа. Виды анализа.
3. Выбор метода анализа. Критерии выбора метода анализа.
4. Классификация методов по способу получения аналитического сигнала
5. Рассчитайте pH 0,01%-ного раствора гидроксида натрия.
6. При определении железа в сточной воде объемом 200,0 мл его окислили до трехвалентного, осадили аммиаком, отделили от раствора и после растворения в соляной кислоте оттитровали 5,14 мл 0,005 М ЭДТА. Найти концентрацию железа в мг/л.
7. В чем различие точки эквивалентности и конечной точки титрования?
8. Рассчитайте pH 0,1 М раствора ацетата натрия ( $K = 1,8 \cdot 10^{-5}$ )
9. Определить концентрацию (г/л) раствора  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ , если на титрование 20,00 мл его израсходовано 17,26 мл 0,01 М ЭДТА.
10. Сущность комплексометрического и кислотно-основного определения жесткости воды. Какую жесткость определяют в первом и во втором случаях?
11. На чем основан принцип действия металлоиндикаторов в комплексометрии?
12. Навеску пробы, состоящей только из железа и оксида железа(III) массой 0,2250 г растворили, восстановили железо и оттитровали 37,50 мл 0,0991 М раствора перманганата калия. Вычислить массовую долю (%) железа и оксида железа в пробе (ответ 74,18 % железа и 25,82% оксида).
13. Рассчитайте молярную массу эквивалента карбоната натрия при титровании соляной кислотой с фенолфталеином и метиловым оранжевым.
14. В чем различие индикаторов, применяемых в кислотно-основном и комплексометрическом титровании?
15. Определить концентрацию (г/л) раствора нитрата висмута, если на титрование 20,00 мл его израсходовано 17,26 мл 0,06905 М раствора ЭДТА (ответ 23,54 )

16. Потенциометрия. Электрод сравнения и индикаторный электрод.
17. Способы определения концентрации в потенциометрии.
18. Основы фотометрии. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
19. Оптическая схема фотоколориметра и спектрофотометра.
20. Способы определения концентрации в фотометрии.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов заключается в изучении вопросов, предусмотренных для самостоятельного изучения, подготовке к практическим занятиям и решению задач на них, а также в подготовке к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

Контрольные вопросы для самостоятельного изучения:

1. Какими величинами характеризуются полосы поглощения в молекулярных абсорбционных спектрах?
2. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность.
3. При каких длинах волн следует измерять оптическую плотность растворов при фотометрическом анализе смеси веществ, если их спектры поглощения накладываются друг на друга?
4. Какой вариант спектрофотометрии следует выбрать, если главным требованием является а) быстрота выполнения, б) высокая точность при достаточно высоком содержании элемента, в) учет влияния фона?
5. Что используют в качестве раствора сравнения при дифференциальном способе измерения оптической плотности, если основной закон светопоглощения а) выполняется, б) не выполняется?
6. Способы определения концентрации в фотометрии.
7. Для определения никеля с диметилглиоксимом навеску стали растворяют и разбавляют раствор до 100 мл. К 5 мл раствора добавляют необходимые реактивы, разбавляют водой до 50 мл и фотометрируют при длине кюветы 1 см (молярный коэффициент светопоглощения равен  $1,3 \cdot 10^3$ ). Вычислить массу навески стали, если оптическая плотность равна 0,435 а массовая доля никеля равна 0,5%.
8. Определить массовую долю цинка в муке, если навеску 10 г озолили и золу растворили в колбе на 100 мл. Для анализа отобрали 10 мл полученного раствора добавили необходимые реактивы, разбавили до 50 мл и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 5 см, которая оказалась равной 0,5. Для построения градуировочного графика в мерные колбы на 50 мл ввели 2, 4, 6, 8, 10 мл стандартного раствора цинка с концентрацией 1 мкг/мл, добавили необходимые реактивы, довели колбы до метки водой и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 5 см. Получили оптические плотности 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0.
9. При определении железа в сточной воде объемом 200,0 мл его окислили до трехвалентного, осадили аммиаком, отделили от раствора и после растворения в соляной кислоте оттитровали 5,14 мл 0,005 М ЭДТА. Найти концентрацию железа в мг/л.

10. Рассчитайте pH 0,1 М раствора ацетата натрия ( $K = 1,8 \cdot 10^{-5}$ )

11. Определить концентрацию (г/л) раствора  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ , если на титрование 20,00 мл его израсходовано 17,26 мл 0,01 М ЭДТА.

Для успешного выполнения самостоятельной работы студентам рекомендуются следующие учебно-методические источники:

1. Васильев В.П. Аналитическая химия, в 2-х кн., М.: Дрофа, 2002.
2. Васильев В.П. Сборник задач по аналитической химии, М.: Дрофа, 2002.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1. Харитонов Ю. А. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2014. 656 с.	2014	10	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>
2. Васильев В.П. Аналитическая химия, в 2-х кн., М.: Дрофа, 2002.	2002	50	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>
3. Амелин В.Г. Аналитическая химия. Методические указания к лабораторным работам. Владимир. Изд-во ВлГУ. 1998.	1998	100	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>
Дополнительная литература			
Основы аналитической химии. В 2-х кн. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2005.	2005	100	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>

### 7.2. Периодические издания

Журнал аналитической химии.

Заводская лаборатория. Диагностика материалов.

### 7.3. Интернет-ресурсы

[http:// anchem.ru](http://anchem.ru)  
<http://chemistry.narod.ru>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа - 331-1, лабораторные работы проводятся в лаборатории физико-химических методов анализа - 429-1.



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 19/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 26 от 17.06.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*И.И. Шригамова*

Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 22 от 03.06.20 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*И.И. Шригамова*

Рабочая программа одобрена на 21/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 31 от 28.06.21 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*И.И. Шригамова*

