

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

2019 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 **Заочная**

| Семестр | Трудоемкость<br>зач. ед./ час. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточной<br>аттестации<br>(экзамен/зачет/зачет с<br>оценкой) |
|---------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| 4       | 3/108                          |                 |                              | 12                          | 96           | Зачет   |
| Итого   | 3/108                          |                 |                              | 12                          | 96           | Зачет   |

Владимир 2019

## 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                        | полное                                    | <i>Знать:</i> основы методов анализа, методы статистической обработки результатов эксперимента.<br><i>Уметь:</i> проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции.<br><i>Владеть:</i> основами математической обработки результатов анализа. |
|                             |   |  |

## 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № | Разделы 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 (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации |
|---|--------------------|---------|-----------------|--|-----|--------------|-----|-----------|---|--|
|   |                    |         |                 | Лекции   | Кие | Практические | ные | Лаборатор |   |  |
|   |                    |         |                 |  |     |              |     |           |   |  |

|   |   |       |  |  |    |    |          |                    |
|---|---|-------|--|--|----|----|----------|--------------------|
| 1. Введение, основные понятия и термины. Методы анализа | 4 | 1-3   |  |  |    | 10 |          |                    |
| 2. Титриметрия  | 4 | 4-7   |  |  | 4  | 25 | 1/25     | Рейтинг-контроль 1 |
| 3. Электрохимические методы анализа                     | 4 | 8-9   |  |  | 4  | 25 | 1,5/37,5 | Рейтинг-контроль 2 |
| 4. Спектроскопические методы анализа                    | 4 | 10-14 |  |  | 4  | 25 | 1/25     | Рейтинг-контроль 3 |
| 5. Основные объекты анализа                             | 4 | 15-18 |  |  |    | 11 |          |                    |
| Итого   |   |       |  |  | 12 | 96 | 3,5/29   | Зачет              |

### Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 2. Титриметрические методы анализа

Тема 2. Кислотно-основное титрование

Определение содержания кислоты в растворе титриметрическим методом.

Тема 3. Комплексометрия

Комплексометрическое 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

### 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: интерактивные лекции, работа в группах, групповые дискуссии.

### 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 (зачет)**  
**Контрольные вопросы для подготовки к зачету**

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 ( $K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$ )
9. Определить концентрацию (г/л) раствора  $Fe(NO_3)_3$ , если на титрование 20,00 мл его израсходовано 17,26 мл 0,01 М ЭДТА.
10. Сущность комплексонометрического и кислотно-основного определения жесткости воды. Какую жесткость определяют в первом и во втором случаях?
11. На чем основан принцип действия металлоиндикаторов в комплексонометрии?
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 комплексонометрическом 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 г/л)
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 рН 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. Васильев, Владимир Павлович. Аналитическая химия : учебник для вузов по химико-технологическим специальностям : в 2 кн. / В. П. Васильев .- 4-е изд., стер. - Москва : Дрофа. | 2004<br>2005 | 20<br>7   | <a href="http://index.www1.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+62404+default+2+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">http://index.www1.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+62404+default+2+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a> |
| 2. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 томах. / пер. с англ. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009, № .1 623 с.Т.2. - 504 с.  | 2009         | ---   | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743890.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743890.html</a> <a href="http://www.window.edu.ru">www.window.edu.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 : учебник для химического направления и химических специальностей вузов : в 2 кн. / Ю. А. Золотов [и др.] ; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (МГУ); под ред. Ю. А. Золотова .- Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2004 . | 2004 | 25 | <a href="http://index.www1.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+62404+default+4+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">http://index.www1.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+62404+default+4+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</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 и занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лабораторные работы проводятся в помещении лаборатории аналитической химии (ауд. 429-1).

Рабочую программу составил ст.преподаватель кафедры химии Диденко С.В. 

(ФИО, подпись)

Рецензент

с.н.с. лаборатории химического анализа ВНИИЗЖ , к.х.н., Большаков Д.С. 

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 1 от 26.08.2019 года

Заведующий кафедрой  Кухтин Б.А.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Протокол № 1 от 26.08.19 года

Председатель  Трифонова Т.А.



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20121 учебный год

Протокол заседания кафедры № 22 от 03.06.20 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 21122 учебный год

Протокол заседания кафедры № 31 от 28.06.21 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

