

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования

«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»

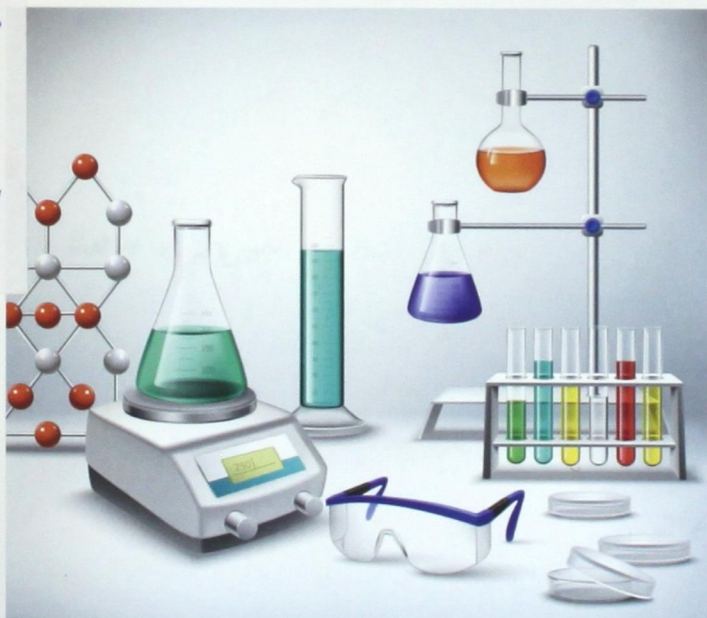
22-4259

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

И.В. Сергеева, Н.Н. Гусакова, Ю.М. Мохоныко,
Ю.М. Андриянова, Е.В. Гулина

ПРАКТИКУМ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебное пособие



22-04259

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»**

**И.В. Сергеева, Н.Н. Гусакова, Ю.М. Мохонько,
Ю.М. Андриянова, Е.В. Гулина**

ПРАКТИКУМ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебное пособие

Саратов 2022

УДК 543
ББК 24.4
П 69

Рецензенты:

доктор химических наук, профессор,
Почетный работник высшего профессионального образования РФ,
профессор кафедры «Аналитическая химия и химическая экология»
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского»
Е. Г. Кулапина

кандидат химических наук, доцент
кафедры «Микробиология, биотехнология и химия»
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет
им. Н.И. Вавилова»
А. В. Кондрашова

П 69 **И. В. Сергеева, Н. Н. Гусакова, Ю. М. Мохонько, Ю. М. Андриянова, Е. В. Гулина.** Практикум по аналитической химии: учебное пособие / ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов: Амирит, 2022. – 198 с.

ISBN 978-5-00207-011-4

В учебном пособии рассмотрены химические методы анализа, широко применяемые в практике лабораторий по диагностике состояния окружающей среды, эколого-химических и агрохимических лабораторий (качественный анализ, гравиметрия, титриметрия, основы физико-химических методов анализа). Изложен минимум теоретических сведений, необходимых для понимания принципов, положенных в основу анализа, приведены методики анализа. Особое внимание уделено организации самостоятельной работы обучающихся, приведены задачи различных уровней сложности, задания для тестового контроля.

Учебное пособие предназначено для обучающихся направлений подготовки 35.03.04 Агрономия, 05.03.06 Экология и природопользование, 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 20.03.01 Техносферная безопасность, 35.03.01 Лесное дело, 35.03.10 Ландшафтная архитектура, 35.03.06 Агроинженерия, 20.03.02 Природообустройство и водопользование, 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы, специальностей 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, 20.05.01 Пожарная безопасность.

УДК 543
ББК 24.4

ISBN 978-5-00207-011-4

© И. В. Сергеева, Н. Н. Гусакова, Ю. М. Мохонько,
Ю. М. Андриянова, Е. В. Гулина
© ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
1.1. История развития аналитической химии.....	4
1.2. Предмет аналитической химии.....	7
1.3. Основные понятия аналитической химии.....	8
1.4. Методы аналитической химии.....	13
1.5. Значение аналитической химии.....	17
1.6. Задачи аналитической химии на современном этапе.....	20
2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.....	22
2.1. Правила работы в лаборатории.....	22
2.2. Оказание первой помощи в лаборатории.....	22
3. МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	24
4. ОТБОР И ПОДГОТОВКА ПРОБЫ К АНАЛИЗУ.....	29
4.1. Роль пробоотбора в аналитических исследованиях.....	29
4.2. Проба и пробоотбор.....	30
4.3. Виды проб.....	31
4.4. Пробоотбор почвы.....	33
4.5. Пробоотбор растений.....	35
4.6. Пробоотбор природных вод.....	35
4.7. Приспособления для отбора проб вод.....	39
4.8. Пробоподготовка.....	43
5. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ.....	44
5.1. Аналитические (качественные) реакции.....	44
5.2. Характеристики аналитической реакции.....	46
5.3. Дробный и систематический анализ.....	47
5.4. Классификация ионов в качественном анализе.....	48
Лабораторная работа 1. Аналитические реакции важнейших ионов.....	49
Вопросы для самоконтроля.....	58
Тестовый контроль.....	58
6. ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (ГРАВИМЕТРИЯ).....	66
6.1. Сущность метода.....	66
6.2. Метод осаждения в гравиметрии.....	67
6.3. Вычисления в гравиметрии.....	69

Лабораторная работа 2. Определение содержания железа (III) в растворе хлорида железа.....	70
Лабораторная работа 3. Гравиметрическое определение влажности муки.....	73
Лабораторная работа 4. Гравиметрическое определение влажности сахара.....	74
Вопросы для самоконтроля.....	75
Задачи для самостоятельного решения.....	75
Тестовый контроль.....	77
7. ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (ТИТРИМЕТРИЯ).....	81
7.1. Сущность метода.....	81
7.2. Рабочие растворы в титриметрии.....	82
7.3. Классификация методов титриметрического анализа.....	82
7.4. Измерительная посуда в титриметрическом анализе и правила работы с ней.....	83
7.5. Способы выражения концентрации растворов.....	86
7.6. Вычисления в титриметрии.....	86
Вопросы для самоконтроля.....	89
8. КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ ТИТРОВАНИЕ (МЕТОД НЕЙТРАЛИЗАЦИИ).....	91
8.1. Сущность метода.....	91
8.2. Индикаторы кислотно-основного титрования.....	92
8.3. Кривые титрования. Выбор индикатора.....	93
8.3.1. Построение кривой титрования сильной кислоты сильным основанием.....	94
8.3.2. Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием.....	96
8.3.3. Построение кривой титрования слабого основания сильной кислотой.....	99
Лабораторная работа 5. Стандартизация раствора гидроксида натрия по щавелевой кислоте.....	102
Лабораторная работа 6. Определение содержания соляной кислоты в растворе.....	103
Лабораторная работа 7. Определение концентрации кислоты и щелочи в сточных водах. Проведение взаимной нейтрализации сточных вод...	104
Лабораторная работа 8. Определение кислотности молока и кисломолочных продуктов.....	107
Лабораторная работа 9. Определение кислотности фруктовых соков...	107

Лабораторная работа 10. Определение кислотности фруктов.....	109
Лабораторная работа 11. Определение кислотности квашеной капусты	110
Лабораторная работа 12. Определение карбонатной (временной) жесткости воды.....	111
Вопросы для самоконтроля.....	112
Задачи для самостоятельного решения.....	113
9. КОМПЛЕКСОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ (КОМПЛЕКСОНОМЕТРИЯ).....	115
9.1. Сущность метода.....	115
9.2. Индикаторы комплексонометрического титрования.....	116
Лабораторная работа 13. Определение общей жесткости воды.....	117
Лабораторная работа 14. Определение содержания кальция и магния в минеральной воде.....	118
Лабораторная работа 15. Определение кальция в почвенной вытяжке...	119
Задачи для самостоятельного решения.....	120
10. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ ТИТРОВАНИЕ (РЕДОКСИМЕТРИЯ).....	122
10.1. Сущность метода.....	122
10.2. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования.....	124
11. ПЕРМАНГАНАТОМЕТРИЯ.....	126
Лабораторная работа 16. Стандартизация раствора перманганата калия по щавелевой кислоте.....	127
Лабораторная работа 17. Определение содержания железа (II) в растворе.....	128
12. ДИХРОМАТОМЕТРИЯ.....	130
Лабораторная работа 18. Определение содержания железа (II) в растворе.....	131
13. ЙОДОМЕТРИЯ.....	133
Лабораторная работа 19. Определение содержания свободного хлора в воде методом обратного титрования.....	134
Вопросы для самоконтроля.....	135
Задачи для самостоятельного решения.....	135
Тестовый контроль.....	137
14. ОБЗОР ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА.....	148
14.1. Классификация физико-химических методов анализа.....	148
14.2. Относительность физико-химических методов анализа, стандартные образцы.....	149

14.3. Общая характеристика спектральных и оптических методов исследования.....	150
14.4. Характеристика метода молекулярной абсорбционной спектроскопии.....	151
14.5. Основные законы светопоглощения.....	151
14.6. Молярный коэффициент светопоглощения.....	152
14.7. Стадии фотоэлектроколориметрического анализа.....	152
14.8. Общие положения о приборах в оптических методах анализа.....	154
14.9. Источники излучения.....	154
14.10. Светофильтры и монохроматоры.....	155
14.11. Кюветы.....	157
14.12. Приемники – детекторы излучения.....	158
14.13. Погрешность измерения светопоглощения.....	158
Лабораторная работа № 20. Определение качества медь-содержащих удобрений методом прямого фотометрирования.....	159
15. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	162
15.1. Общая характеристика методов.....	162
15.2. Потенциометрический метод анализа.....	162
15.3. Классификация электродов в потенциометрии.....	163
15.4. Способы потенциометрических измерений.....	166
Лабораторная работа № 21. Определение калия методом прямой потенциометрии с использованием ионоселективного электрода.....	167
Лабораторная работа № 22. Определение кислотности почвы потенциометрическим методом.....	168
15.5. Кондуктометрический анализ.....	168
15.6. Прямая кондуктометрия.....	169
15.7. Косвенная кондуктометрия-кондуктометрическое титрование.....	169
Лабораторная работа № 23. Кондуктометрическое определение общей минерализации водной почвенной вытяжки.....	170
Вопросы для самоконтроля.....	171
Тестовый контроль.....	172
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	182
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	184
СОДЕРЖАНИЕ.....	194