

23-5735

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

# ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

учебное пособие

23-05735

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**Саратовский государственный университет генетики,**  
**биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова**

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

## **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Учебное пособие для магистров**

**Саратов 2023**

Рецензенты:

доктор химических наук, профессор,  
профессор кафедры аналитической химии и химической экологии  
ФГБОУ ВО «Саратовского национального исследовательского  
государственного университета имени Н.Г. Чернышевского»  
*Доронин Сергей Юрьевич*

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Защита растений и плодоовощеводство»  
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и  
инженерии имени Н.И. Вавилова»  
*Еськов Иван Дмитриевич*

И 72 **Инструментальные методы исследований** : учебное пособие для обучающихся  
направлений подготовки 35.04.03 Агрехимия и агропочвоведение, 35.04.04  
Агрономия и 35.04.05 Садоводство / И.В. Сергеева, Ю.М. Мохонько,  
Ю.М. Андриянова, Н.Н. Гусакова // ФГБОУ ВО Вавиловский университет. –  
Саратов : Амирит, 2023. – 231 с.

ISBN 978-5-00207-253-8

Учебное пособие разработано для магистров направлений подготовки 35.04.04 Агрономия (направленность (профиль) «Бионанотехнологии в генетике и селекции»), «Инновационное растениеводство», «Интегрированная защита растений», «Экологическое земледелие», «Агробизнес», «Цифровые технологии в АПК», «Органическое земледелие»), 35.04.05 Садоводство (направленность (профиль) «Интенсивное овощеводство защищенного грунта») и 35.04.03 Агрехимия и агропочвоведение (направленность (профиль) «Почвенно-экологический мониторинг»). Пособие предназначено для формирования знаний теоретических основ методов и овладения навыками инструментальных методов исследования почвенного плодородия и продукционного процесса агрофитоценозов для сохранения плодородия почв и повышения продуктивности агроландшафтов.

В настоящем пособии рассмотрены основы инструментальных методов исследований, актуальных для определения компонентов, обеспечивающих почвенное плодородие открытого и закрытого грунта, агрохимикатов и средств защиты растений. Указаны возможности использования методов в химико-аналитических целях для обеспечения качества сельскохозяйственной продукции, области практического применения рассматриваемых методик, их значение и ограничение. Особое внимание уделяется новым направлениям в диагностике качества почв и растений, которые могут найти свое применение в агропромышленном комплексе как для решения профессиональных задач, так и для контроля состояния объектов окружающей среды.

Один из разделов посвящен информационному сопровождению процессов и организации работы агрохимических аналитических лабораторий. Подробное описание методических рекомендаций для проведения лабораторного эксперимента делает настоящее пособие средством организации самостоятельной работы. Каждый раздел заканчивается вопросами для самоконтроля - программами для тестирования

УДК 543.06  
ББК 24.4Я73

ISBN 978-5-00207-253-8

© ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023  
© Сергеева И.В., Мохонько Ю.М.,  
Андриянова Ю.М., Гусакова Н.Н.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ.....	5
ТЕМА 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	9
ТЕМА 3. ОСНОВЫ ХЕМОМЕТРИКИ.....	12
ТЕМА 4. ПРОБООТБОР И ЕГО РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРАВИЛЬНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	20
ТЕМА 5. МОЛЕКУЛЯРНАЯ АБСОРБЦИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ.....	27
ТЕМА 6. АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА. ФОТОЭЛЕКТРОКОЛОРИМЕТРЫ И СПЕКТРОФОТОМЕТРЫ.....	33
ТЕМА 7. ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ И УСЛОВИЯ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ.....	39
ТЕМА 8. ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОЛЬШИХ КОЛИЧЕСТВ ВЕЩЕСТВ, ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА ДОБАВОК.....	45
ТЕМА 9. ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.....	48
ТЕМА 10. ФОТОНЕФЕЛОМЕТРИЧЕСКИЙ И ФОТОТУРБИДИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ АНАЛИЗА.....	52
ТЕМА 11. АТОМНО-ЭМИССИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ.....	54
ТЕМА 12. ОСОБЕННОСТИ ФОТОФЛУОРИМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА.....	58
ТЕМА 13. РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА.....	61
ТЕМА 14. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.....	64
ТЕМА 15. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.....	71
ТЕМА 16. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ – ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ.....	73
ТЕМА 17. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. ГАЗОВАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ.....	79
ТЕМА 18. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ В ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ.....	89
ТЕМА 19. КАПИЛЛЯРНЫЙ ЭЛЕКТРОФОРЕЗ.....	96
ТЕМА 20. СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ОПЕРАТИВНОГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В АГРОНОМИИ.....	100

<b>ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ.....</b>	<b>103</b>
ТЕМА 1. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ – ОСНОВНАЯ БАЗА МАССОВОГО ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА АГРОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ .....	103
ТЕМА 2. МЕТОДЫ НАХОЖДЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОПРЕДЕЛЯЕМОГО КОМПОНЕНТА В АНАЛИТЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	106
ТЕМА 3. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ... ..	109
ТЕМА 4 ОСОБЕННОСТИ ПРОБООТБОРА АГРОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	117
ТЕМА 5. ФОТОЭЛЕКТРОКОЛОРИМЕТРИЯ: ПРЯМОЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ (2+) В УДОБРЕНИЯХ.....	129
ТЕМА 6. ФОТОЭЛЕКТРОКОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТНОСТИ БЕЛОГО САХАРА.....	131
ТЕМА 7. ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА (3+) В ПРИРОДНЫХ ИЛИ ПОЛИВНЫХ ВОДАХ С СУЛЬФОСАЛИЦИ- ЛОВОЙ КИСЛОТОЙ.....	133
ТЕМА 8. ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОЛЬШИХ КОЛИЧЕСТВ МЕДИ (2+) В АГРОХИМИКАТАХ МЕТОДОМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ.....	134
ТЕМА 9. ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ САХАРОЗЫ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАХМАЛА В МУКЕ И ЗЕРНЕ.....	137
ТЕМА 10. ФОТОТУРБИДИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУЛЬФАТ-ИОНОВ В ПРИРОДНЫХ И ПОЛИВНЫХ ВОДАХ.....	142
ТЕМА 11. ПЛАМЕННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТРИЯ И КАЛИЯ В ВОДНОЙ ВЫТЯЖКЕ ИЗ ПОЧВЫ.....	144
ТЕМА 12. ФОТОФЛУОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИБОФЛАВИНА В ПРЕПАРАТЕ ВИТАМИН В <sub>2</sub> .....	146
ТЕМА 13. РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ САХАРА В СОКАХ.....	148
<b>ПРОГРАММА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПО БЛОКУ «ОПТИЧЕСКИЕ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В АГРОНОМИИ»</b>	<b>152</b>
ТЕМА 14. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ: ИОНОМЕТРИЯ – ДЕЛОВАЯ ИГРА.....	164
ТЕМА 15. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ:	

КОНДУКТОМЕТРИЯ.....	173
ТЕМА 16. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ: ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ.....	176
<b>ПРОГРАММА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПО БЛОКУ «ЭЛЕКТРОХИ- МИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В АГРОНОМИИ».....</b>	179
ТЕМА 17. ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА: ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРИАДИМЕФО- НА (БАЙЛЕТОНА) И ТРИАДИМЕНОЛА (БАЙТАНА) В РАСТИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛЕ.....	197
ТЕМА 18. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ В ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ.....	196
ТЕМА 19. АНАЛИЗ ГЕРБИЦИДОВ В ПРОБАХ ПИТЬЕВЫХ, ПРИРОДНЫХ И ПОЛИВНЫХ ВОД МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА.....	202
<b>ПРОГРАММА ТЕСТИРОВАНИЯ ПО БЛОКУ «ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В АГРОНОМИИ».....</b>	204
ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ.....	216
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	222
ГЛОССАРИЙ.....	223
СОДЕРЖАНИЕ.....	228