

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский государственный аграрно-технологический
университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

Субботина М.Г.

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ПРОДУКЦИИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для самостоятельной работы обучающихся

Пермь
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ
2023

УДК 54.084:54.07

ББК Г24

Рецензенты:

М.А. Алёшин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ;

В.П. Мурыгин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории освоения агрозоотехнологий ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ.

Субботина М.Г. Инструментальные методы оценки качества сельскохозяйственной продукции: методические указания для самостоятельной работы обучающихся / М.Г. Субботина, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, 2023. – 43 с.

Методические указания содержат рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися направления подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение в процессе изучения дисциплины «Инструментальные методы оценки качества сельскохозяйственной продукции».

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся «Инструментальные методы оценки качества сельскохозяйственной продукции» рекомендованы к изданию методической комиссией факультета почвоведения, агрохимии, экологии и товароведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ (протокол № 6 от «10» января 2023 г.).

© ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, 2023

© Субботина М.Г., 2023

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	7
3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	40
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	41

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания «Инструментальные методы оценки качества сельскохозяйственной продукции» разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины «Инструментальные методы оценки качества сельскохозяйственной продукции» и предназначены для обучающихся направления подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение для помощи в самоорганизации в освоении дисциплины, в формировании мотивации к самостоятельному образованию в общей системе обучения, в подготовке к аудиторным занятиям, повторению, закреплению изучаемого материала по разделам и темам дисциплины и подготовке к экзамену.

В указаниях приведены примеры заданий, тестов и теоретических задач для самоконтроля обучающихся и подготовке к промежуточному контролю освоения дисциплины «Инструментальные методы оценки качества сельскохозяйственной продукции».

Цель самостоятельной работы обучающихся заключается в осмысленном освоении и закреплении учебного материала, а также в обучении работе с различными формами литературных источников, развитию навыков самостоятельного анализа, поиске необходимой информации для решения практических задач будущей профессиональной деятельности. Методические указания предназначены для обеспечения ритмичной, целенаправленной, вдумчивой учебной работы обучающихся.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Инструментальные методы оценки качества сельскохозяйственной продукции» являются:

- чтение основной и дополнительной литературы,
- изучение методик и подготовка конспектов к лабораторным работам,
- подготовка к устным опросам,
- решение задач и тестов,
- подготовка рефератов, докладов и тематических сообщений.

В темах, предусмотренных программой, сформулированы вопросы, на которые обучающимся следует обратить внимание в первую очередь при освоении дисциплины.

Самостоятельная работа обучающихся также может включать в себя: составление конспектов по вопросам; создание материалов – презентаций; подготовку к промежуточной аттестации; участие в тематических семинарах, организуемых на производстве; знакомство с оборудованием в рамках участия в производственных семинарах, выставках и экскурсиях.

Основным необходимым условием для эффективной самостоятельной работы обучающихся является мотивация, доступность предоставленного учебного материала, понятность заданий и четко обозначенные сроки их выполнения.

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в виде ответов на вопросы для самоконтроля и дистанционное тестирование. Основная форма контроля знаний по окончании изучения дисциплины – это экзамен.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Самостоятельная работа обучающихся при изучении дисциплины «Инструментальные методы оценки качества сельскохозяйственной продукции», прежде всего, предполагает изучение тем (таблица 1) по учебнику или пособию. Необходимо вырабатывать самостоятельные суждения, дополняя их аргументацией, что и следует демонстрировать на устных опросах в аудиторное время. Для выработки самостоятельного суждения важным является умение работать с научной литературой. Поэтому работа по теме, кроме ее изучения по учебнику, пособию предполагает также поиск по теме научных статей в научных журналах. Выбор статьи, относящейся к теме, лучше делать по последним в году номерам, где приводится перечень статей, опубликованных за год.

Самостоятельная подготовка предполагает использование ряда методов, основной из которых конспектирование.

Конспектирование позволяет выделить главное в изучаемом материале и выразить свое отношение к рассматриваемой автором проблеме, записать информацию на усмотрение обучающегося, необходимую ему для освоения учебного материала дисциплины. Техника записей в конспекте индивидуальна, но есть ряд правил, которые

могут принести пользу его составителю: начиная конспект, следует записать автора изучаемого произведения, его название, источник, где оно опубликовано, год издания.

Порядок конспектирования:

- а) внимательное чтение текста;
- б) поиск в тексте ответов на поставленные в изучаемой теме вопросы;
- в) краткое, но четкое и понятное изложение текста;
- г) выделение в записи наиболее значимых мест;
- д) запись на полях возникающих вопросов, понятий, категорий и своих мыслей.

Таблица 1– Самостоятельная работа по содержанию разделов и тем изучаемой дисциплины

№п/п	Разделы / Темы дисциплины
Раздел 1. Теоретические основы и классификация инструментальных методов	
Тема 1.	Понятие инструментальных методов определения качества сельхозпродукции, их классификация. Значение и задачи инструментальных методов определения качества сельскохозяйственной продукции. Виды оборудования. Классификация методов. Инструментальные методы разделения и концентрирования.
Тема 2.	Метрологические основы инструментальных методов. Понятие аналитического сигнала. Абсолютные и относительные инструментальные методы. Методы количественного расчета результатов измерений. Правильность и воспроизводимость инструментальных методов. Оценка погрешности и приемлемости результатов измерений.
Тема 3.	Абсолютные методы исследований определения качества сельхозпродукции. Гравиметрия. Термометрия. Радиометрия. Теоретические основы и принцип методов. Методика выполнения измерений, инструментальные решения для реализации методов, практическое применение и реализуемые задачи в определении качества

	сельхозпродукции.
Раздел 2. Электрохимические методы определения качества сельскохозяйственной продукции	
Тема 4.	Потенциометрические методы. Теоретические основы и принцип метода. Классификация. Методика выполнения измерений, инструментальные решения для реализации метода, практическое применение и реализуемые задачи в определении качества сельскохозяйственной продукции.
Тема 5.	Кондуктометрия. Теоретические основы и принцип метода. Классификация. Методика выполнения измерений, инструментальные решения для реализации метода, практическое применение и реализуемые задачи в определении качества сельскохозяйственной продукции.
Тема 6.	Полярография. Теоретические основы и принцип метода. Классификация. Методика выполнения измерений, инструментальные решения для реализации метода, практическое применение и реализуемые задачи в определении качества сельскохозяйственной продукции.
Тема 7.	Кулонометрия. Теоретические основы и принцип метода. Классификация. Методика выполнения измерений, инструментальные решения для реализации метода, практическое применение и реализуемые задачи в определении качества сельскохозяйственной продукции.
Раздел 3. Спектральные методы определения качества сельскохозяйственной продукции	
Тема 8.	Молекулярная спектрометрия. Теоретические основы и принцип метода. Классификация. Методика выполнения измерений, инструментальные решения для реализации метода, практическое применение и реализуемые задачи в определении качества сельскохозяйственной продукции.
Тема 9.	Атомная спектрометрия. Теоретические основы и принцип метода. Классификация. Методика выполнения измерений, инструментальные решения для реализации метода, практическое применение и реализуемые задачи в определении качества сельскохозяйственной продукции.
Тема 10.	Спектрометрия магнитного резонанса. Теоретические основы и принцип метода. Классификация. Методика выполнения измерений, инструментальные решения для реализации метода, практическое применение и реализуемые задачи в определении качества сельскохозяйственной продукции.
Тема 11.	Масс-спектрометрия. Теоретические основы и принцип

	метода. Классификация. Методика выполнения измерений, инструментальные решения для реализации метода, практическое применение и реализуемые задачи в определении качества сельхозпродукции.
Раздел 4. Хроматография	
Тема 12.	Теоретические основы и понятия хроматографии. Теоретические основы, принцип метода, понятия и терминология хроматографии. Классификация хроматографических методов.
Тема 13.	ВЭЖХ, газовая хроматография, ионообменная хроматография. Методика выполнения измерений, инструментальные решения для реализации метода, практическое применение и реализуемые задачи в определении качества сельхозпродукции.

Конспект методики выполнения измерений для подготовки к лабораторной работе составляется по заданию преподавателя на основе методических указаний или стандарта (ГОСТ, ТУ, МИ, МУК и т.д.).

Конспект для выполнения лабораторной работы должен содержать следующие разделы: название методики, ссылка на литературный источник, значение метода и объекты исследований, принцип метода, оборудование для выполнения анализа, ход работы, формулы для расчетов и обработки результатов измерений, форма для записи результатов измерений, получаемых в ходе работы.

Подготовка конспектов всегда выполняется письменно в отдельной тетради. Контроль проводится в виде проверки конспектов преподавателем при выполнении лабораторных работ.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Подготовка к устному опросу. Подготовка к опросу проводится в ходе самостоятельной работы обучающихся и включает в себя повторение пройденного материала. Опрос проводится в процессе проведения занятий с целью закрепления изученного материала. Необходимым требованием при устном ответе на вопросы является умение четко, лаконично изложить теоретические знания; написать соответствующие формулы, уравнения реакций; провести расчеты с использованием физико-химических справочных величин.

Вопросы для проведения опроса

Раздел 1. Теоретические основы и классификация инструментальных методов

1. Основные составляющие методик выполнения измерений с помощью средств измерений.
2. Преимущества и недостатки инструментальных методов в определении качества сельхозпродукции.
3. Понятие типов оборудования: средства измерений, испытательное оборудование, вспомогательное оборудование.
4. Классы точности лабораторных весов.
5. Чем различаются абсолютные и относительные методы измерений?

Раздел 2. Электрохимические методы определения качества сельскохозяйственной продукции

6. Электрохимические методы, используемые для оценки качества сельскохозяйственной продукции.
7. На чём основано возникновение ЭДС?
8. Устройство электродов и их классификация.
9. Способы определения точки эквивалентности при титровании с помощью электрохимических методов.
10. На чём основаны прямые потенциметрические определения?
11. Достоинства, недостатки и область применения прямой кондуктометрии и кулонометрии.

Раздел 3. Спектральные методы определения качества сельскохозяйственной продукции

12. Основы закона Бугера-Ламберта-Бера.
13. Как подобрать наиболее подходящую спектральную область светопоглощения для фотометрических измерений?
14. Форма и способы подачи проб в атомно-абсорбционной спектрофотометрии.
15. Источник света в атомно-абсорбционной спектрофотометрии.
16. Какая часть пламени даёт сплошной спектр?
17. Для чего используют разные способы атомизации в атомно-абсорбционной спектрофотометрии?
18. Физические основы методов поляриметрии и рефрактометрии.

19. В чём различие нефелометрии и турбидиметрии?

20. Какова природа люминесцентного излучения?

Раздел 4. Хроматография

21. Классификация хроматографических методов анализа по агрегатному состоянию фаз и по природе элементарного акта.

22. Элюотропный ряд растворителей (Траппе, Рена, Страйна).

23. Градиентная хроматография (метод, изократический режим, преимущества).

24. Блок схема ВЭЖХ и газо-жидкостного хроматографа.

25. Детекторы в ВЭЖХ и газо-жидкостной хроматографии.

26. Требования к неподвижным фазам.

27. Неподвижные фазы в ВЭЖХ и газо-жидкостной хроматографии.

28. Селективность неподвижной фазы по отношению к анализируемым веществам.

29. Критерии эффективности хроматографической колонки.

30. Степень разделения для перекрывающихся пиков.

31. Индексы удерживания Ковача.

32. Масс-спектрометрия в хроматографическом анализе.

Для подготовки к опросу помимо основного материала обучающийся может использовать электронные ресурсы по теме, нормативно-правовые акты (ориентируясь на вопросы для самоконтроля). Опрос предполагает устный ответ на вопросы преподавателя, участие в дискуссии во время занятий.

Самостоятельное решение задач по темам дисциплины

Для более глубокого осмысления теоретического материала дисциплины обучающемуся предлагается самостоятельное решение ситуационных и теоретических задач, требующих решения с развернутым ответом.

Примеры ситуационных задач с методическими рекомендациями.

Тема 4. Потенциометрические методы. Задача 1. Изучите методику ГОСТ 29270-95 п. 5 Определение нитратов в продуктах переработки плодов и овощей потенциометрическим методом. Какой инструментальный метод используется при выполнении анализа? Какие СИ, ИО и ВО необходимы при выполнении анализа? Постройте градуировочный график зависимости значения потенциала E в мВ и pNO_3 по п. 5.4. методики ГОСТ 29270-95.

Таблица 2 – Пример индивидуального задания к задаче 1

Вариант	Данные для построения градуировочного графика		Результат измерения потенциала E, мВ		Вид продукта
	pNO ₃	E, мВ	1	2	
1	2,0	56	74	76	Сок фруктовый
	3,0	81			
	4,0	103			

Произведите отсчет по графику для результатов Вашего варианта, определите результат по таблице приложения А методики.

Проведите обработку результата и оценку приемлемости по п. 5.5 методики. Сделайте вывод о качестве продукта.

Задача 2. Изучите методику ГОСТ ISO 750-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности (проведение титрования по п. 7.1). Какой инструментальный метод используется при выполнении анализа?

Постройте кривые потенциометрического титрования (интегральную и дифференциальную), используя данные Вашего варианта (табл. 3). Масса навески продукта для всех вариантов 25 г.

Проведите расчеты кислотности по п.8.2, 8.3 и обработку результатов повторности по п.9. Для расчета по п.8.3 учитывать кислоту, преобладающую в изучаемом объекте. Сделайте вывод.

Таблица 3 – Пример данных для индивидуального задания к задаче 2

Вариант	Наименование продукта	Объем вытяжки взятый для титрования, мл	Результаты титрования ²			
			1 повторность ^{1,2}		2 повторность	
2	Яблоко	50	10	6,8	10	6,6
			12	7,1	12	6,9
			13	7,2	13	7,1
			14	8,0	14	8,1
			15	8,6	15	8,6
			17	9,1	17	9,1

Примечание: 1 – повторность анализа; 2 – в первом столбике результатов указано количество титранта в мл, во втором значения pH.

Тема 5. Кондуктометрия. Задача 3. Изучите методику ГОСТ 27753.4-88. Грунты тепличные. Метод определения общей засоленности. Какой инструментальный метод используется при выполнении анализа?

Проведите расчет засоленности питательного грунта для Вашего варианта (табл. 4) и оценку допустимого относительного отклонения по п. 5.2 ГОСТ 27753.4-88. Измеренная электрическая проводимость раствора хлористого калия молярной концентрации (KCl)=0,01 моль/дм³ при 21°C для всех вариантов составляет 1,2 мСм.

Таблица 4 – Пример данных индивидуального задания к задаче 3

Вариант	Температура вытяжки, °C	Результат измерения, мкСм	
		1	2
1	21	58	56
2	23	39	44

Сделайте вывод о качестве грунта и возможности его использования для выращивания рассады.

Тема 9. Атомная спектрометрия. Задача 4. Изучите методику определения калия и натрия, описанную в РД 52.24.391-95 Методические указания. Методика выполнения измерений массовой концентрации натрия и калия в поверхностных водах суши пламенно-фотометрическим методом. Какой метод атомной спектрометрии используется для измерений? В чем суть расчета концентрации методом ограничивающих растворов?

Постройте градуировочный график и проведите расчет содержания ионов калия и натрия (методом градуировки и методом ограничивающих растворов) в минеральной воде с учетом разбавления в 2,5 раза, исходя из данных, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Пример данных индивидуального задания к задаче 4

Показатель	Шкала градуировочных растворов					Исследуемая проба
	0	0,25	0,50	1,0	2,0	
Содержание ионов калия и натрия в мкг/мл	0	0,25	0,50	1,0	2,0	-
Значения эмиссии, измеренные при 589 нм	0,0	2	16	39	67	23; 27
Значения эмиссии, измеренные при 768 нм	0,0	23	72	113	315	81; 86

Рассчитайте ошибку двух параллельных определений (стандартное квадратичное отклонение).

Задача 5. Изучите метод определения ионов натрия и калия в кормах методом добавок (см. ГОСТ 32250-2013 п. 8.6). Проведите расчет концентрации калия в анализируемом растворе золы корма с построением графика, исходя из следующих условий: в три мерные колбы на 100 мл добавили по 10 мл анализируемого раствора золы (колбы 1, 2 и 3). В колбу 2 добавили 10 мл раствора с концентрацией ионов калия и натрия по 20 мкг/мл и в колбу 3 – 20 мл раствора с концентрацией ионов калия и натрия по 20 мкг/мл. В каждую из трех колб добавили аликвотную часть ионизационного буферного раствора, которая соответствует 10 мл на 100 мл окончательного раствора. Довели объемы трех колб до метки водой и перемешали.

Атомизировали растворы из колб 1, 2 и 3, измеренная эмиссия (E_1 , E_2 и E_3) составила: 37, 266 и 365 соответственно.

Примеры решения теоретических задач по темам дисциплины.

Тема 4. Потенциометрические методы.

Пример 1. На потенциометрическое титрование молочной кислоты ($\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$) в растительной навеске массой 1 г до точки эквивалентности расходуют 14 см³ раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,1 моль/дм³. Рассчитайте содержание массовой доли молочной кислоты в анализируемом веществе, выраженное в %.

Решение: из закона эквивалентов следует, что массы (или объемы) реагирующих и образующихся веществ пропорциональны молярным массам (молярным объемам) их эквивалентов.

Рассчитываем долю молочной кислоты в растительной навеске (%) по формуле:

$$W_{\text{мол.кис-ты}} = (V_{\text{NaOH}} \cdot c \cdot M_э \cdot 100) / (m \cdot 1000) = (14 \cdot 0,1 \cdot 90,08 \cdot 100) / (1 \cdot 1000) = 12,6 \%$$

где c – молярная концентрация эквивалента гидроксида натрия моль/л; V_{NaOH} – объем титранта пошедшего на нейтрализацию кислоты, мл; m – масса навески, г; $M_э$ – молярная масса эквивалента молочной кислоты, г/моль; 1000 – пересчет из мл в л; 100 – пересчет в %.

Ответ: массовая доля молочной кислоты в растительной навеске составляет 12,6 %.

Тема 8. Молекулярная спектрометрия.

Пример 2. Какова масса железа (мг), содержащаяся в 100 мл зольного раствора корма, если известно, что при измерении молекулярной абсорбции $A = 0,75$, $l = 5$ см, молярный коэффициент светопоглощения $\varepsilon = 84$?

Решение: по закону светопоглощения $A = \varepsilon cl$,

где c – молярная концентрация вещества, моль/л; l – длина слоя светопоглощения, см; A – абсорбция или оптическая плотность, ед.абс.

1) Из данной формулы можно выразить:

$c = A/\epsilon l$, подставим известные значения в формулу для расчета:

$$c = 0,75/84.5 = 0,00179 \text{ моль/л.}$$

2) Пересчитаем полученную концентрацию вещества в г/л:

По периодической таблице химических элементов находим, что $M(\text{Fe}) = 55,9 \text{ г/моль}$.

Соответственно $0,00179 \text{ моль/л} * 55,9 \text{ г/моль}$ составит $0,1 \text{ г/л}$.

3) По пропорции находим, что:

$$0,1 \text{ г} - 1000 \text{ мл}$$

$$X \text{ г} - 100 \text{ мл}$$

$$X = 0,1 \cdot 100/1000 = 0,01 \text{ г} = 10 \text{ мг.}$$

Ответ: масса железа, содержащаяся в 100 мл зольного раствора корма, составляет 10 мг.

Пример 3. Определите концентрацию вещества в водном растворе, если измерения показателей преломления на рефрактометре получены следующие результаты: $n = 1,3368$, $n_0 = 1,330$, $F(1\%) = 0,0013$.

Решение: для большинства водных растворов, в которых содержится одно растворенное вещество, зависимость показателя преломления от концентрации выражается следующим уравнением:

$$C, \% = \frac{(n - n_0)}{F},$$

где n – показатель преломления раствора; n_0 – показатель

преломления растворителя; F – фактор показателя преломления, показывающий величину прироста показателя преломления при увеличении концентрации раствора на 1%. Значение F можно найти в справочной литературе, или вычислить самостоятельно экспериментальным путем.

Подставляем данные задачи в формулу и получаем:

$$C = \frac{(n - n_0)}{F} = \frac{(1,3368 - 1,33)}{0,0013} = 5,23\%$$

Ответ: концентрация вещества в водном растворе составляет 5,23 %.

Тема 12. Теоретические основы и понятия хроматографии.

Пример 4. На хроматограмме обнаружены пики метанола, этанола и н-пропанола. Высота пиков равна соответственно 37, 184 и 17 мм. Ширина пиков на половине высоты 2,8, 10,2, и 2,4 мм соответственно. Рассчитать процентное содержание компонентов в смеси.

Решение: найдём площади пиков компонентов по формуле:

$$S_{\text{пик}} = 1,024 \cdot h \cdot \mu_{0,5}$$

$$S_{\text{метанол}} = 1,024 \cdot 37 \text{ мм} \cdot 2,8 \text{ мм} = 106 \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{этанол}} = 1,024 \cdot 184 \text{ мм} \cdot 10,2 \text{ мм} = 1922 \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{н-пропанол}} = 1,024 \cdot 17 \text{ мм} \cdot 2,4 \text{ мм} = 42 \text{ мм}^2$$

Процентное содержание компонентов рассчитывается по формуле:

$$\omega_x = \frac{S_x}{\sum_0 S_i} \cdot 100$$

$$\omega_{\text{метанола}} = \frac{106}{106+1922+42} \cdot 100 = 5,1 \quad \text{и т.д.}$$

Ответ: 5,1% метанола, 92,9% этанола и 2,0% н-пропанола

Пример 5. Хроматографический анализ гексана, бензола и циклогексана установил площади пиков этих соединений равными 274, 112 и 328 мм² соответственно. Затем были введены стандартные смеси с концентрацией веществ 1 мг/л. Полученные пики имели площадь по 72, 74 и 66 мм² для гексана, бензола и циклогексана соответственно. Рассчитать процентное содержание компонентов в пробе. За стандарт взять бензол.

Решение: найдем поправочные коэффициенты f для гексана и циклогексана:

$$f = \frac{c_i}{c_{\text{см}}} \cdot \frac{S_{\text{см}}}{S_i} ;$$

$$f_{\text{Гексана}} = \frac{1}{1} \cdot \frac{74}{72} = 1,0277$$

$$f_{\text{циклогексана}} = \frac{1}{1} \cdot \frac{74}{66} = 1,121$$

Проведём расчёт содержания компонентов по формуле:

$$\omega_x = \frac{f_x \cdot S_x}{\sum f_i \cdot S_i} \cdot 100.$$

$$\omega_{\text{гексана}} = \frac{274 * 1,0277}{274 * 1,0277 + 112 * 1 + 328 * 1,1212} * 100 = 36,99 \%$$

$$\omega_{\text{бензола}} = \frac{112 * 1}{274 * 1,0277 + 112 * 1 + 328 * 1,1212} * 100 = 14,71 \%$$

$$\omega_{\text{циклогексана}} = \frac{328 * 1,1212}{274 * 1,0277 + 112 * 1 + 328 * 1,1212} * 100 = 48,30 \%$$

Ответ: 36,99 % гексана, 14,71 % бензола, 48,30 % циклогексана.

При решении подобных задач важно обращать внимание на то, что суммарное содержание компонентов определяемой смеси должно быть 100 %.

Пример 6. При анализе почвенной вытяжки были обнаружены диметиламин, бензиламин и бензиловый спирт. Площадь их пиков на хроматограмме составила 180, 261, и 203 мм² соответственно. В смесь заранее был добавлен этиламин в качестве вещества-стандарта с концентрацией 5 мг/л. Площадь пика этиламина составила 214 мм². Рассчитать концентрацию компонентов в пробе, учитывая, что f_i будет равен 1.09, 1.18 и 0.98 соответственно.

Решение: рассчитаем скорректированные площади пиков с учётом f :

$$S_{\text{диметиламина}} = 1,09 \cdot 180 \text{ мм}^2 = 196,2 \text{ мм}^2$$

Выражаем из формулы

$$\frac{c_{\text{ст}}}{c_{\text{х}}} = \frac{S_{\text{ст}}}{S_{\text{х}}}$$

концентрацию определяемого компонента и получаем:

$$c_x = \frac{c_{ст} S_x}{S_{ст}}$$

Подставляя значения в уравнение, получаем:

$$c_{\text{диметиламин}} = \frac{5 \frac{\text{мг}}{\text{л}} \cdot 196,2 \text{ мм}^2}{214 \text{ мм}^2} = 4,6 \text{ мг/л} \quad \text{и т.д.}$$

Ответ: концентрации диметиламина, бензиламина и бензилового спирта равны 4,6, 7,2 и 4,7 мг/л.

Подготовка к контрольной работе.

Контрольная работа проводится дистанционно после изучения определенной темы.

В качестве контрольной проверки знаний обучающимся предлагается решение теоретических заданий с выбором ответов (тестов). К каждому вопросу тестовых заданий предлагаются по четыре привлекательных варианта ответов, только один из которых является верным.

Примеры контрольных тестовых заданий по темам дисциплины.

Тема 4. Потенциометрические методы.

1. Закончить формулировку: при подготовке ионоселективного электрода к работе:

- а) выдерживают сухой электрод в воде или солевом растворе, содержащем определяемый ион;
- б) выдерживают электрод в концентрированном растворе гидроксида натрия;
- в) вымачивают электрод в разбавленной кислоте;
- г) предварительной подготовки электрода не требуется.

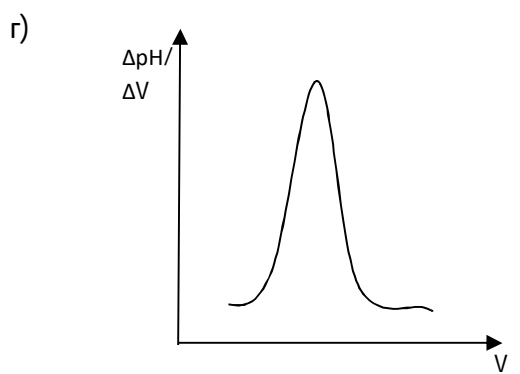
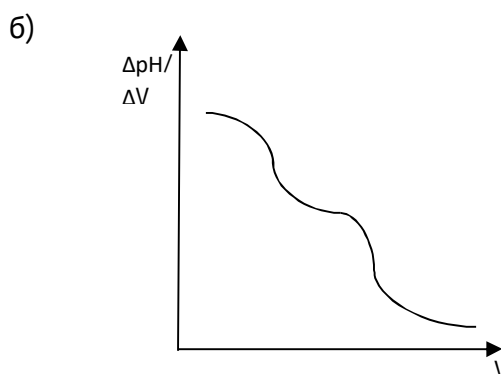
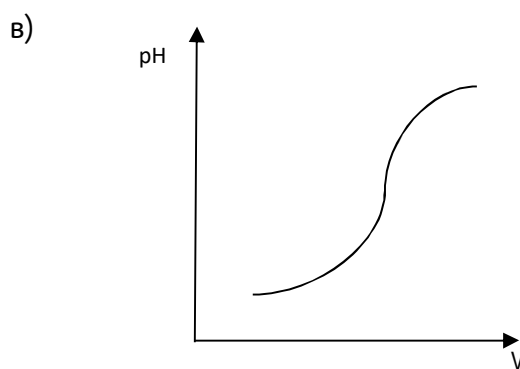
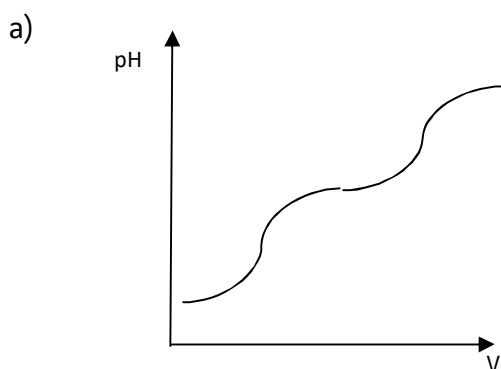
2. На высоту пика дифференциальной кривой титрования влияет:

- а) температура;
- б) сила электролитов;
- в) концентрации титранта и титруемого раствора;
- г) любой из перечисленных выше факторов.

3. На потенциометрическое титрование сока до точки стехиометричности затрачивают 7 мл 0,05 моль/л раствора гидроксида натрия. Масса (мг) яблочной кислоты $\text{HOOCCHONCH}_2\text{COOH}$ в анализируемом соке равна:

- а) 93,8; в) 0,469; б) 23,5; г) 46,9

4. Дифференциальная кривая титрования уксусной кислоты имеет вид:



Тема 5. Кондуктометрия

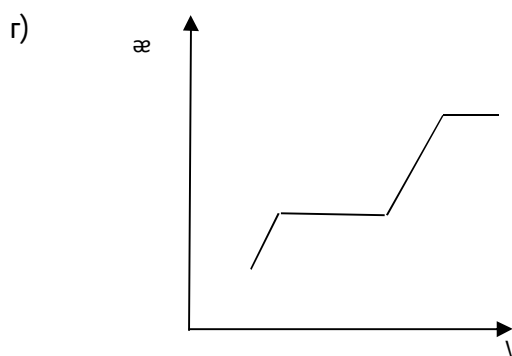
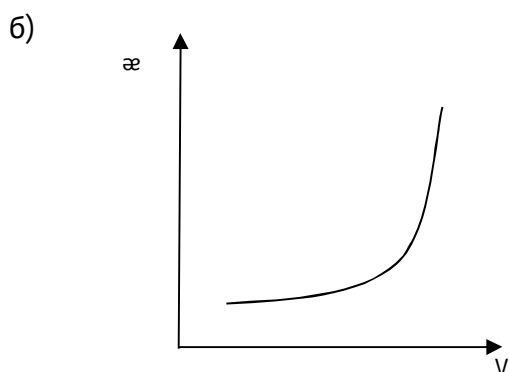
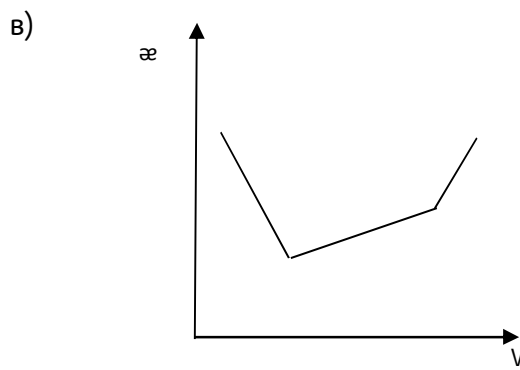
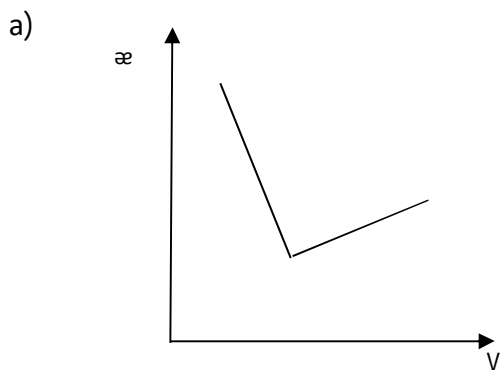
1. Закончить формулировку: прямая кондуктометрия применяется для установления:

- а) физико-химических констант по величине электропроводности;
- б) концентрации раствора по величине его электропроводности;
- в) количества вещества в пробе и объема титранта в точке стехиометричности по изменению электропроводности раствора;
- г) констант электролитической ячейки.

2. Закончить формулировку: на электропроводность раствора влияют природа растворенного вещества и...

- а) природа растворителя, температура, концентрация раствора;
- б) температура;
- в) концентрация раствора;
- г) окраска раствора.

3. Кривая кондуктометрического титрования смеси азотной и серной кислот раствором сильного основания имеет вид:



4. Закончить формулировку: преимущество кондуктометрических определений при переменном токе состоит в:

- а) предотвращении поляризации электродов;
- б) повышении электропроводности растворов;
- в) уменьшении электропроводности растворов;
- г) отсутствии ионизации определяемого вещества.

5. При титровании 10 мл раствора лимонной кислоты 0,02 моль/л раствором гидроксида калия точка стехиометричности на кондуктометрической кривой титрования соответствует 3,5 мл титранта. Концентрация анализируемого раствора лимонной кислоты (моль/л) равна:

- а) 0,014;
- б) 0,0029;
- в) 0,01;
- г) 0,29.

Тема 7. Молекулярная спектроскопия

1. Область спектра, применяемая в спектроскопии:

- а) инфракрасная и видимая;
- б) ультрафиолетовая и инфракрасная;
- в) ультрафиолетовая и видимая;
- г) все перечисленные выше варианты.

2. В каких единицах измеряется концентрация в выражении закона Бугера – Ламберта – Бера?

- а) моль, /л ; б) моль/л ; в) мг/л ; г) мкг/л.

3. В 50 мл зольного раствора содержится 0,005 г железа, $A = 0,75$, $l = 2,5$ см. Молярный коэффициент светопоглощения равен:

- а) 168; б) $16,8 \cdot 10^2$; в) $16,8 \cdot 10^4$; г) $16,8 \cdot 10^3$.

4. Какова оптическая плотность раствора сахарозы, полученного при разбавлении 12 г $C_{12}H_{22}O_{11}$ в 1 л воды, при

молярном коэффициенте поглощения $0,309 \cdot 10^2$. Измерения проводили в кювете на 1 см?

- а) 1,1; б) 1,28; в) 0,4; г) 0,37.

Тема 8. Атомная спектрометрия

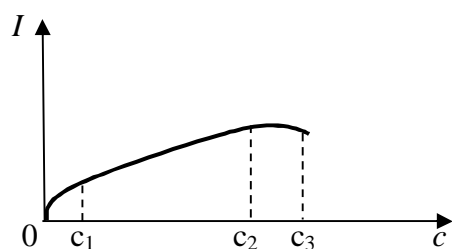
1. Агрегатное состояние пробы, вводимой в пламя горелки при определении кальция:

- а) жидкость (раствор);
б) газ;
в) аэрозоль;
г) жидкость (расплав).

2. Элементы, определяемые пламенно-фотометрическим методом:

- а) калий, натрий, барий;
б) углерод, железо;
в) азот, кислород, углерод;
г) стронций, алюминий.

3. Для определения калия в растворе используется следующий концентрационный интервал градуировочного графика:



- а) $0 - c_1$; в) $c_1 - c_2$;
б) $0 - c_3$; г) $c_2 - c_3$.

4. Какой способ атомизации используют при определении следовых концентраций элементов методом атомно-абсорбционной спектрометрии?

- а) пламенный;
- б) в графитовой трубочке;
- в) метод холодного пара;
- г) с образованием гидридов.

5. Найденная по градуировочному графику концентрация раствора хлорида магния составляет 10^{-4} моль/дм³. Масса (мг) магния в 500 см³ раствора равна:

- а) 1,20; в) 1,32;
- б) 0,12; г) 1,21.

Тема 12. Хроматографические методы

1. Заменить многоточие в формулировке: метод ВЭЖХ классифицируют по механизму разделения на ... хроматографию.

- а) колоночную и плоскостную;
- б) адсорбционную, распределительную, ионообменную, эксклюзионную, осадочную;
- в) распределительную, проявительную и адсорбционную;
- г) вытеснительную, ионообменную, плоскостную.

2. Закончить формулировку: работа рефрактометрического детектора основана на измерении:

- а) излучения света; в) поглощения света;
- б) люминесценции; г) показателя преломления света.

3. Укажите виды жидкостной хроматографии по способу перемещения сорбата.

- а) вытеснительная и фронтальная;
- б) элюентная и изократическая;
- в) фронтальная и градиентная;
- г) все перечисленные выше.

4. Какие агрегатные фазы веществ можно исследовать методом газовой хроматографии?

- а) газообразные;
- б) газообразные и твердые вещества;
- в) можно исследовать любые газообразные вещества, а твердые – только летучие;
- г) газообразные, твердые, жидкие.

5. Площадь хроматографического пика толуола— 24мм^2 , нитробензола — 30мм^2 , 2,4-динитробензола — 30мм^2 .

Содержание [%] этих компонентов в анализируемой смеси равно:

- а) 28,6; 35,7; 35,7; в) 52,0; 26,0; 22,0;
- б) 31,1; 18,0; 50,9; г) 37,0; 33,0; 30,0.

Подготовка реферата. Цель написания реферата заключается в углублении изучения отдельных тем методов инструментального анализа почв и растений и овладении исследовательскими навыками.

В ходе написания реферата обучающийся должен:

- продемонстрировать свое умение собирать, анализировать и обобщать материал по рассматриваемой проблеме;
- изучить и отобразить важнейшие теоретические и практические аспекты изучаемой дисциплины;
- опираться на действующие нормативные документы;

- показать свою способность анализировать материал самостоятельно и творчески, а также уметь делать правильные теоретические выводы;
- уметь сформулировать и аргументировать свою позицию по данной проблеме;
- придерживаться четкой структуры реферата и оформить его в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Сроки предоставления работы, чернового и чистового вариантов определяет научный руководитель реферата.

Пример задания для подготовки реферата по теме 8 **Атомная спектрометрия.**

Подготовить реферат в соответствии с индивидуальным заданием обучающегося.

Рекомендуемая структура и содержание реферата:

1. Титульный лист
2. Содержание
3. Введение (раскрыть актуальность темы, ее основную проблематику, сформулировать задачи реферативной работы).
4. Основная часть должна освещать следующие вопросы:
 - практическое значение анализа по определению элемента в сельхозпродукции;
 - источники поступления элемента в продукцию;

- химические свойства элемента;
- методы атомной спектроскопии, используемые для определения элемента. Методика выполнения измерений. Выбрать одну из стандартных методик определения концентрации элемента для любого наименования сельскохозяйственной продукции или сырья для ее производства и изложить ее (принцип метода, диапазон измерений, чувствительность метода, отбор и подготовка проб для анализа, оборудование, процедура метода, процедура калибровки, расчет и обработка результатов измерений).

5. Заключение (краткие выводы по задачам реферата).

6. Использованная литература (оформление в соответствии с требованиями ГОСТ).

Реферат должен быть подготовлен с использованием источников, публикующих результаты исследований или обобщающие их (монографии, научные статьи, авторефераты диссертационных работ, диссертации, научные отчеты, нормативные документы (ГОСТ, МУК, МИ и др.) и т.д.). Можно использовать интернет ресурсы (например, e-library и др. электронные библиотеки).

Обязательно должны быть сделаны ссылки на источники в тексте реферата.

Примерные темы рефератов:

1. Определение магния в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
2. Определение алюминия в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
3. Определение марганца в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
4. Определение кремния в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
5. Определение селена в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
6. Определение мышьяка в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
7. Определение кобальта в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
8. Определение бора в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
9. Определение молибдена в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
10. Определение железа в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
11. Определение свинца в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
12. Определение цинка в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
13. Определение меди в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
14. Определение хрома в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.
15. Определение ртути в сельскохозяйственной продукции и сырье методами атомной спектроскопии.

Подготовка к промежуточной аттестации.

Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к контрольным тестированиям по темам, но по всему объему учебного материала дисциплины. Подготовка осуществляется в течение всего периода изучения дисциплины.

Вопросы для самопроверки

1. Классификация физико-химических методов, используемых для оценки качества сельскохозяйственной продукции.

2. Что лимитирует чувствительность инструментальных методов?

3. Перечислите виды погрешностей. Дайте их характеристику.

4. Какая существует взаимосвязь между воспроизводимостью и правильностью метода анализа?

5. Стадии инструментальных методов выполнения измерений.

6. С какой целью используют калибровочные кривые? Правила их построения.

7. Стандартные образцы, их роль в инструментальных методах анализа.

8. Возникновение электродного потенциала.

9. Классификация измерительных электродов и их основные характеристики.

10. Титрование с использованием электрохимических методов. Способы определения точки эквивалентности (стехиометричности).

11. Принцип метода потенциометрии. Уравнение Нернста.

12. Что представляют собой электроды I и II рода?

Приведите примеры.

13. Что отличает металлические индикаторные электроды от мембранных?

14. На каком принципе основана работа стеклянного электрода?

15. Какие достоинства и недостатки есть у потенциометрических методов?

16. Какая зависимость лежит в основе прямых потенциометрических определений?

17. Электроды сравнения. Устройство электрохимической ячейки.

18. Какие электроды называют индикаторными и какие электродами сравнения?

19. В чем сущность потенциометрического измерения рН раствора? Какие индикаторные электроды могут быть использованы для определения рН?

20. В каких условиях предельный ток на полярограмме является диффузионным?

21. Можно ли использовать амперометрическое титрование для мутных и окрашенных сред?

22. На чем основан количественный полярографический метод анализа?

23. Какие законы лежат в основе электрогравиметрии и кулонометрии?

24. Что представляет собой метод внутреннего электролиза, и каковы возможности этого метода?

25. Как измеряют количество электричества, затраченное на кулонометрическое титрование?

26. Какие виды электролиза существуют?

27. Вычисление концентрации раствора методом градуировочного графика, стандартных добавок, по кривым титрования.

28. Спектры поглощения и их характеристика.

29. Что лежит в основе атомно-эмиссионных методов?
30. Каковы источники возбуждения в спектральных приборах?
31. Принцип метода абсорбционной спектрометрии растворов. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
32. Как проводится выбор оптимальных условий фотометрических определений: длины волны; толщины светопоглощающего слоя (кюветы); концентрации?
33. Сущность колориметрического, фотометрического и спектрофотометрического методов анализа.
34. Условия строгого выполнения закона Бугера-Ламберта-Бера.
35. Устройство приборов, используемых при абсорбционной спектрофотометрии растворов (фотоколориметры, спектрофотометры).
36. Привести уравнение, связывающее коэффициент пропускания T и оптическую плотность A .
37. Какие факторы влияют на молярный коэффициент поглощения?
38. Классификация видов люминесценции.
39. В чем сущность люминесцентного анализа?
40. Как меняется интенсивность люминесценции при понижении температуры?
41. Что лежит в основе поляриметрического метода анализа?
42. В чем заключается рефрактометрический анализ?
43. Назовите известные Вам физические поля.
44. На каких свойствах основаны методы нефелометрии и турбидиметрии?
45. Как меняется спектр поглощения вещества при изменении агрегатного вещества?
46. Условия, обеспечивающие высокую точность определений методом атомно-эмиссионной

спектрофотометрии пламени.

47. Способы атомизации веществ в атомно-абсорбционной спектрофотометрии.

48. Какова функция монохроматизатора в атомно-абсорбционных приборах?

49. Принцип метода атомно-абсорбционной спектрофотометрии пламени. Закон ослабления резонансного излучения.

50. Устройство атомно-абсорбционных спектрофотометров.

51. Принцип метода атомно-эмиссионной спектрофотометрии пламени.

52. Факторы, снижающие точность определений методом атомно-эмиссионной спектрофотометрии пламени.

53. Принципиальная схема пламенных фотометров.

54. На чем основан атомно-абсорбционный анализ?

55. Каким уравнением описывается поглощение излучения атомной плазмой?

56. Какие способы атомизации используют в атомно-абсорбционном анализе?

57. Какую роль играет пламя горючей газовой смеси в атомно-абсорбционном анализе?

58. Какие источники излучения используют в атомно-абсорбционном спектрофотометре? Устройство лампы с полым катодом?

59. Какие методы определения концентрации веществ в растворе используют в атомно-абсорбционном анализе?

60. На чем основаны методы нефелометрии и турбидиметрии?

61. Как связана интенсивность света, прошедшего через суспензию с концентрацией анализируемого вещества в методе турбидиметрии?

62. Классификация хроматографических методов

анализа по агрегатному состоянию фаз и по природе элементарного акта.

63. Градиентная хроматография (метод, изократический режим, преимущества).

64. На какие методы подразделяется хроматография по механизму разделения?

65. Селективность неподвижной фазы по отношению к анализируемым веществам.

66. В чем сущность методов хроматографии?

67. Какие ионообменные смолы применяют в хроматографии?

68. Какие устройства используются в качестве дозаторов?

69. Каковы области применения, достоинства и недостатки методов адсорбционной хроматографии?

70. Какие требования предъявляются к жидкой фазе в газожидкостной хроматографии?

71. Какие вещества используются в качестве жидкой фазы, в качестве твердого носителя?

72. В чем сущность ионообменной хроматографии?

73. Требования к неподвижным фазам.

74. Анализ лабильных и нелетучих соединений методом ГЖХ. Способы повышения летучести определяемых компонентов в ГЖХ (метилование, ацилирование, силилирование).

75. Основные узлы хроматографов.

76. Дать определения следующих понятий: высота и ширина хроматографического пика.

77. Общая теория хроматографического разделения.

78. Газожидкостная хроматография.

79. Высокоэффективная жидкостная хроматография.

80. На чем основаны методы обнаружения радиоактивного излучения?

81. Каковы устройство и принцип работы основных счетчиков радиоактивного излучения?

82. Как используется естественная радиоактивность в аналитических целях?

83. В чем сущность активационного анализа?

84. Чем отличаются радиохимические методы анализа от радиометрических?

85. На каких механизмах взаимодействия излучений с веществом основаны важнейшие методы регистрации излучений?

86. На чем основан масс-спектрометрический анализ?

87. На чем основан количественный масс-спектрометрический анализ?

88. Указать области практического применения, достоинства и недостатки масс-спектрометрического анализа.

89. В чем сущность термического анализа?

90. Какова область применения термического анализа?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся являются установочными и направлены на мотивацию, формирование навыков коммуникативной, учебно-исследовательской деятельности, развития творческого и критического мышления. Указания позволяют обучающимся структурировать полученные знания и интерпретировать необходимую информацию по дисциплине, применять различные подходы и способы решения поставленных задач.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основная:

1. Александрова, Е. Г. Стандартизация и сертификация сельскохозяйственной продукции : учебное пособие / Е. Г. Александрова, Н. Ю. Коржавина, А. Н. Макушин. — Самара : СамГАУ, 2019. — 111 с. // Лань : электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123519>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст : электронный.

2. Белкина, Р. И. Стандартизация, подтверждение соответствия и управление качеством продукции растениеводства : учебное пособие / Р. И. Белкина, В. М. Губанова ; составители Р. И. Белкина, В. М. Губанова. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2020. — 193 с. // Лань : электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162315>. — Режим доступа: для авториз. Пользователей.

3. Иванова, Е. П. Управление качеством сельскохозяйственной продукции. Практикум : учебное пособие / Е. П. Иванова. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 148 с. // Лань : электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116376>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Инструментальные методы исследований в агрохимии: учебное пособие / Е.В. Агафонов, К.И. Пимонов, В.В. Турчин, А. А. Громаков; Донской ГАУ. – Персиановский: ДонГАУ, 2014. - 100 с.

2. Перегончая О.В. Аналитическая химия. Инструментальные методы анализа: учебное пособие / О.В. Перегончая, С.А. Соколова. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2013. – 121 с.

3. Крылов В.А. Введение в хроматографические методы анализа. Часть 1. Ионный обмен и ионная хроматография. Часть 2. Практическая ионная хроматография: электронный учебно-методический комплекс (методические разработки к

курсу лекций «хроматографические методы анализа») / В.А. Крылов, Г.М. Сергеев, Е.В. Елипашева. – Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2010. – 91 с.

4. Инструментальные методы анализа: лабораторный практикум для бакалавров / Д.А. Князев, С.Н. Смарыгин, О.В. Елисеева [и др.]; ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – Москва: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. – 126 с.

5. Лебухов В.И. Физико-химические методы исследования: учебник/ В.И. Лебухов, А.И. Окара, Л.П. Павлюченкова; ред. А. И. Окара. – Москва; Санкт-Петербург; Краснодар: Лань, 2012. – 480 с.

6. Периодические издания: Аграрная наука Северо-Востока, Аграрный вестник Урала, Агрохимический вестник, Агрохимия, Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, Почвоведение, Проблемы агрохимии и экологии, Российская сельскохозяйственная наука, Вестник российской сельскохозяйственной науки, Пермский аграрный вестник и т.д.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Электронный каталог библиотеки Пермского ГАТУ : базы данных, содержащие сведения обо всех видах литературы, поступающей в фонд Научной библиотеки Пермского ГАТУ. – URL: <https://pgsha.ru/generalinfo/library/webirbis/>.

2. Электронная библиотека / Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова. – URL: <https://pgsha.ru/generalinfo/library/elib/>.

3. ConsultantPlus (КонсультантПлюс) : компьютерная справочно-правовая система. – URL: <https://www.consultant.ru/>. – Режим доступа: для авторизованных пользователей. – Доступ из корпусов ПГАТУ.

4. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека. – URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

5. Polpred.com (Полпред.ком) : электронно-библиотечная система. – URL: <https://polpred.com/news>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

6. IPRSMART : электронно-библиотечная система. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

7. Гребенникон : электронная библиотека. – URL: <https://grebennikon.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. Рукопт : национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека. – URL: <https://lib.rucont.ru/search>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

9. Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

10. Юрайт : электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

11. Сетевая электронная библиотека (СЭБ). – URL: <https://e.lanbook.com/>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

12. Электронные информационные ресурсы ФГБНУ ЦНСХБ. – Режим доступа: для авторизованных пользователей. – Доступ из читальных залов НБ ПГАТУ.

Архив КОНТРАКТОВ на предоставление доступа к электронно-библиотечным системам представлен на сайте Университета
[\(https://pgsha.ru/generalinfo/library/accreditation/\)](https://pgsha.ru/generalinfo/library/accreditation/)