Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.03.2026 09:19:15
Уникальный программный ключ:
a2232a55157[illegible]b1190892af53[illegible]

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

_____ И.А. Трофимцова
«26» марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКАЯ МЕТРОЛОГИЯ

Направление подготовки
04.03.01 ХИМИЯ

Профиль
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 6 от «26» марта 2025 г.)

Благовещенск 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Ошибка! Закладка не определена.

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ……Ошибка! Закладка не определена.

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)……....6

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫОшибка! Закладка не определена.

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ……...…….Ошибка! Закладка не определена.

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ Ошибка! Закладка не определена.…….…….16

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯОшибка! Закладка не определена.42

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ……42

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ……....43

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА…….……44

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ……...46

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины - подготовка специалистов – химиков, способных производить обработку результатов количественного химического анализа с использованием элементов математической статистики.

Задачи дисциплины:

дать представление о способах измерения различных физических величин и способах обеспечения единства измерений;

закрепить и углубить ранее полученные знания из области аналитической химии и общей метрологии, сформировать систему базовых понятий;

ознакомить с историей, нормативной базой и перспективами развития химической метрологии, ознакомить выпускника с нормативной базой в области химического анализа научить выпускника оценивать и оптимизировать метрологические характеристики методик химического анализа, используемых в исследовательских и контрольно аналитических лабораториях;

научить выпускника метрологически грамотно планировать, проводить и подводить итоги своей исследовательской работы.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Химическая метрология» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений предметного модуля по профилю «Аналитическая химия» блока Б1.В.01 (Б1.В.01.16).

Изучается в 8 семестре. Изучение данного курса требует предварительного изучения дисциплины «Аналитическая химия» на уровне, соответствующем программе бакалавриата.

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: ПК-1, ПК-5:

ПК-1. Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижения которой является:

- **ПК-1.1.** Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.
- **ПК-1.2.** Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности.
- **ПК-1.3.** Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин.

ПК-5. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации, **индикаторами** достижения которой является:

- **ПК-5.1.** Выбирает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации.
- **ПК-5.2.** Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.
- **ПК-5.3.** Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме.
- **ПК-5.4.** Осуществляет контроль точности аналитического оборудования на соответствие требуемой нормативной документации.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- знать:

- физические величины;
- средства измерений, единство измерений;
- основные понятия и термины метрологии.
- стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ;
- основные методы исследования, и математической обработки данных химического эксперимента;

- уметь:

- выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения;
- использовать различные подходы, применяемые для обработки экспериментальных данных;
- применять на практике способы статистической обработки результатов анализа;
- обрабатывать результаты анализов с помощью статистических методов.

- владеть:

- навыками планирования, анализа.
- методами регистрации и компьютерной обработки результатов химического эксперимента.
- алгоритмами метрологических исследований;
- методами метрологической обработки результатов анализа

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Химическая метрология» составляет 2 зачетные единицы (72 ч).

Программа предусматривает изучение материала лекций и лабораторных занятий. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально и индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Вид учебной работы	**Всего часов**	**Семестры 8**
Общая трудоемкость	72	72
Аудиторные занятия	44	44
Лекции	20	20
Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа	28	28
Вид итогового контроля		зачет

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
1	**Некоторые метрологические аспекты химического анализа**	**12**	**4**	**2**	**6**
1.1	Введение. Аналитические процессы и аналитические сигналы. Краткая характеристика методов химического анализа. Химический анализ как метрологическая процедура. Значащие цифры и правила округления.	2	2		
1.2	Классификация погрешностей. Абсолютные и относительные погрешности. Различные типы связи между измеряемой величиной и ее погрешностью. Градуировочные графики, коэффициент инструментальной чувствительности и его связь с точностью анализа.	2	2		
1.3	*Лабораторная работа №1.* Значащие цифры и правила округления	8		2	6
2	**Систематические погрешности химического анализа**	**16**	**2**	**8**	**6**
2.1	Систематические и случайные погрешности, промахи. Типы и виды систематических погрешностей	2	2		
2.2	*Лабораторная работа №2*. Систематические погрешности химического анализа	14		8	6
3	**Случайные погрешности химического анализа**	**26**	**10**	**10**	**6**
3.1	Функции и параметры распределения случайной величины. Распределения.	2	2		
3.2	Нормальное распределение случайной величины. Статистическая обработка результатов серийных анализов.t-распределение.	8	4		4
3.3	Критерии значимости. Обнаружение промахов.	2	2		
3.4	Сравнение результатов анализов, полученных двумя методами. Оценка значимости систематических погрешностей химического анализа	4	2		2
3.5	*Лабораторная работа №3*. Случайные погрешности химического анализа	4		4	
3.6	*Лабораторная работа №4*. Обнаружение промахов	4		4	
3.7	*Лабораторная работа №5*.Воспроизводимость. Сравнение результатов анализов, полученных двумя методами с применением критериев:	2		2	

	Фишера; Бартлетта; Кохрена. t-критерий				
4	**Элементы общей теории ошибок в приложении к обработке результатов химического анализа**	**12**	**2**	**4**	**6**
4.1	Задачи теории ошибок. Метод наименьших квадратов	2	2		
4.2	*Лабораторная работа №6.*Элементы общей теории ошибок. Основы дисперсионного анализа.	10		4	6
5	**Основы дисперсионного анализа в приложении к обработке результатов химического анализа**	**6**	**2**		**4**
5.1	Основы дисперсионного и корреляционного анализов.	6	2		4
Всего:		**72**	**20**	**24**	**28**

2.1 Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1	Систематические и случайные погрешности, промахи. Типы и виды систематических погрешностей	Лекция -круглый стол	2 ч
2	Классификация погрешностей. Абсолютные и относительные погрешности. Различные типы связи между измеряемой величиной и ее погрешностью. Градуировочные графики, коэффициент инструментальной чувствительности и его связь с точностью анализа	Лекция-дискуссия	2 ч
3	Основы дисперсионного и корреляционного анализов	Лекция - мозговой штурм	2 ч
4	Нормальное распределение случайной величины. Статистическая обработка результатов серийных анализов.t-распределение.	Лекция-консультация	4 ч
5	Функции и параметры распределения случайной величины. Распределения.	Лекция-консультация	2 ч
6	Задачи теории ошибок. Метод наименьших квадратов	Лекция -круглый стол	2 ч
Всего			**14**

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

1 Некоторые метрологические аспекты химического анализа

Введение. Аналитические процессы и аналитические сигналы. Краткая характеристика методов химического анализа. Химический анализ как метрологическая процедура. Значащие цифры и правила округления. Основные этапы и источники погрешностей в химическом анализе.

Классификация погрешностей. Абсолютные и относительные погрешности. Различные типы связи между измеряемой величиной и ее погрешностью. Градуировочные графики, коэффициент инструментальной чувствительности и его связь с точностью анализа.

2 Систематические погрешности химического анализа

Систематические и случайные погрешности, промахи. Типы и виды систематических погрешностей. Постоянная и пропорциональная систематические погрешности. Систематические погрешности I типа. Систематические погрешности II типа. Инструментальная ошибка. Релятивизация и рандомизация ошибок химического анализа. Реактивная ошибка. Требования, предъявляемые к чистоте реактивов. Методические ошибки химического анализа. Индикаторная ошибка. Погрешности эталонов и стандартов. Ошибки интерпретации. Систематические погрешности III типа.

3 Случайные погрешности химического анализа

Функции и параметры распределения случайной величины. Распределения. Результат химического анализа как случайная величина. Понятие о генеральной и выборочной совокупности в применении к результатам химического анализа. Функции распределения случайной величины. Параметры распределения - математическое ожидание и дисперсия случайной величины. Связь параметров распределения со случайными погрешностями химического анализа.

Нормальное распределение случайной величины. Статистическая обработка результатов серийных анализов.t-распределение. Закон нормального распределения случайных величин. Проверка нормальности распределения результатов химического анализа. Построение гистограмм. χ^2-Критерий Пирсона. Примеры применения функции нормального распределения Гаусса-Лапласа для обработки результатов химического анализа. Статистическая обработка результатов серийных анализов. Генерализованные параметры.

Критерии значимости. Обнаружение промахов.

Статистика малых выборок. Распределение Стьюдента. Ошибки I и II рода. Предел обнаружения. Критерии значимости. Обнаружение промахов. Сравнение дисперсий. Критерий Фишера (сравнение двух дисперсий). Критерий Бартлетта и Кохрена (сравнение нескольких дисперсий). Сравнение результатов анализов, полученных двумя методами.
Оценка значимости систематических погрешностей химического анализа. Статистическая оценка предела обнаружения.

4 Элементы общей теории ошибок в приложении к обработке результатов химического анализа

Задачи теории ошибок. Метод наименьших квадратов. Три задачи теории ошибок. Первая задача общей теории ошибок. Оценка предельных погрешностей некоторых методов химического анализа. Накопление ошибок в косвенных измерениях. Обратная задача общей теории ошибок. Расчет погрешностей отдельных этапов химического анализа. Третья задача общей теории ошибок. Выбор оптимальных условий проведения химического анализа. Метод наименьших квадратов и его применение в химико-аналитических исследованиях. Применение метода наименьших квадратов для оптимизации линейных зависимостей. Применение метода наименьших квадратов для обработки нелинейных зависимостей.

5 Основы дисперсионного анализа в приложении к обработке результатов химического анализа

Основы дисперсионного и корреляционного анализов. Дисперсионный анализ. Обнаружение факторов, влияющих на результаты анализа.

Корреляционный анализ. Линейная корреляция и ее применение в химико-аналитических исследованиях.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины призвана помочь студентам в организации самостоятельной работы по освоению курса «Химическая метрология».

Рабочая программа дисциплины составлена в строгом соответствии с учебным планом направления подготовки «Химия», профиль «Аналитическая химия».

В разделе «Теоретический материал» представлены планы лекций и краткое содержание рассматриваемых на них вопросов. Этот раздел поможет студентам определить объем и содержание изучаемых тем курса.

В разделе «Практикум по дисциплине» дана ссылка на учебное пособие, в котором рассмотрены теоретические вопросы и планы лабораторных работ.

Используя предложенные учебные пособия, студентам необходимо изучить содержание рекомендованных к выполнению лабораторных работ ив тетради для лабораторных работ описать содержание работы, представить расчеты.

В разделе «Дидактические материалы» представлены примеры тестовых заданий и контрольных работ.

Студенты выполняют две контрольные работы, которые представлены практическими задачами. При подготовке к выполнению контрольной работы студентам следует тщательно изучить методики проведения расчетов метрологических характеристик результатов количественного химического анализа.

По вопросам вызывающим затруднения следует получить индивидуальную консультацию у преподавателя.

При подготовке к семинару студенту необходимо изучить теоретическое содержание данной темы в соответствии со списком предложенных вопросов. При изучении теоретических вопросов и выполнении задания самоконтроля следует пользоваться рекомендованной учебной литературой указанной для каждой темы.

Вопросы, выносимые на зачет, составлены в соответствии с программой дисциплины, что облегчает подготовку студентов и помогает сформировать целостное представление о предмете.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине «Химическая метрология»

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1	Некоторые метрологические аспекты химического анализа	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников	6
2	Систематические погрешности химического анализа	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Решение расчетных задач	6
3	Случайные погрешности химического анализа	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Решение расчетных задач	6
4	Элементы общей теории ошибок в приложении к обработке результатов химического анализа	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Решение расчетных задач	6
5	Основы дисперсионного анализа в приложении к обработке результатов химического	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы	4

	анализа		
ИТОГО			**28**

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Практические работы проводятся с использованием материалов:

1. Баранникова, И. В. Метрология, стандартизация, сертификация в АСУ : учеб. пособие для студ. вузов / И. В. Баранникова, А. В. Ландер. – М. : Изд-во МГГУ, 2008. – 88 с. (5экз).

2. Яблонский, **О. П.** Основы стандартизации, метрологии, сертификации: учебник / О. П. Яблонский, В. А. Иванова. – 2-е изд., доп. и перераб. – Ростов н/Д : Феникс, 2010. – 475 с. (12 экз).

Лабораторная работа № 1
Значащие цифры и правила округления

Задание № 1.

При приготовлении раствора соли Мора были слиты 10,1 мл насыщенного раствора соли Мора, 2,55 мл концентрированной серной кислоты и 40 мл воды.

Задание № 2.

Представьте в нормальном виде объем колбы вместимость 2000 мл, если точность определения объема 10 мл.

Задание № 3.

Сложите следующие числа и округлите результат:

а) 6,75+0,443+15,28;

б) 0,10+0,1+10;

в) 1,153+2,127+3,150

Задание № 4.

Найдите разность следующих чисел и округлите результат:

а) 9,4514-9,0012;

б) 1,1315-0,8355;

в) 10,1412-10,0.

Задание № 5.

Сложите следующие числа и округлите результат:

а) $2{,}0\cdot10^{-5}+1{,}15\cdot10^{-5}+0{,}2\cdot10^{-3}$

б) $4{,}183\cdot10^{-2}+3{,}1\cdot10^{-3}+5{,}13\cdot10^{-5}$.

Задание № 6.

Какова концентрация хлорид-ионов в растворе, полученном при сливании равных объемов растворов, содержащих $2\cdot10^{-5}$ М хлорида натрия, $0{,}33\cdot10^{-4}$ М хлорида калия и $5{,}0\cdot10^{-6}$ М соляной кислоты?

Задание № 7.

При определении меди в сплаве иодометрическим методом на титрование аликвотной части 10,00 мл раствора, полученного растворением навески 0,2000 г в объеме 100,0 мл, израсходовано 8,53 мл 0,0100 М раствора тиосульфата натрия. Вычислите содержание меди в справе. Мол. Масса (Cu) 63,54

Задание № 8.

Вычислите результат и округлите его:

$1{,}76\cdot10^{-5}\frac{0{,}125}{1{,}25}$

Задание № 9.

Вычислите pH $6{,}3\cdot10^{-5}$М раствора азотной кислоты.

Рассчитайте концентрацию хлорид-иона в растворе, если pCl=5,12.

Лабораторная работа № 2
Систематические погрешности химического анализа

Задание № 1.

При анализе стандартного образца стали, содержащего согласно паспорту 2,57% хрома, получены следующие результаты (Cr, %): 2,51; 2,42; 2,57; 2,49.

Можно ли утверждать, что методика содержит систематическую погрешность?

Задание № 2.

При определении цинка получены следующие результаты:

Введено Zn, мкг	Найдено, мкг
10,0	9,8; 10,3; 10,2; 9,9; 10,2
30,0	29,9; 30,6; 29,8; 30,2

Зависит ли воспроизводимость результатов определения цинка от его содержания (в указанном диапазоне?)

Задание № 3.

Для проверки правильности вольтамперометрической (ВА) методики определения кадмия использовали атомно-абсорбционную (АА) методику, не содержащую систематической погрешности. При анализе одного и того же объекта получены следующие результаты (нг/мл Cd):

ВА: 20,5; 22,4; 23,4; 20,8

АА: 23,5; 20,1; 19,9; 19,2; 19,0; 22,8.

Содержит ли вольтамперометрическая методика систематическую погрешность?

Задача № 4.

В технологическом растворе определили содержание никеля (мг/мл) двумя методами: дифференциальнойспектрофотометрии (СФ) и атомно-абсорбционным (АЭ)

СФ: 1,35; 1,35; 1,37; 1,36; 1,34

АЭ: 1,24; 1,39; 1,34; 1,54; 1,46

Известно, что спектрофотометрическая методика не содержит систематической погрешности. Содержит ли систематическую погрешность атомно-эмиссионная методика?

Задание № 5.

Рассчитайте максимальную систематическую погрешность (абсолютную и относительную) при приготовлении 200,0 мл раствора 0,1000 М (1/2 Na_2CO_3). Максимальная систематическая погрешность массы навески ±0,2 мг, калибровки колбы ±0,2 мл. Молярные массы элементов: Na 22,9897, C 12,011, O 15,9994. Погрешность молярных масс элементов считайте равными единице в последнем знаке указанных величин.

Задание № 6.

Рассчитайте абсолютную и относительную систематическую погрешность при приготовлении следующих растворов.

а) 250,0 мл раствора $K_2Cr_2O_7$, с(1/6$K_2Cr_2O_7$)=0,0500М. Погрешность калибровки колбы ± 0,2 мл, погрешность взвешивания ±0,2 мг.

б) 200,0 мл раствора $Na_2C_2O_4$, с(1/2$Na_2C_2O_4$)=0,0500 М. Погрешность калибровки колбы ± 0,2 мл, погрешность взвешивания ±0,2 мг.

в) 100,00 мл 0,2000 М раствора $AgNO_3$. Погрешность калибровки колбы ±0,05 мл, погрешность взвешивания ±0,2 мг.

г) 50,00 мл 0,1000 М раствора KI. Погрешность калибровки колбы ± 0,02 мл, погрешность взвешивания ±0,2 мг.

д) 250,0 мл раствора $KBrO_3$с(1/5 $KBrO_3$) = 0,0500 М. Погрешность калибровки колбы ±0,2 мл, погрешность взвешивания ±0,2 мг.

е) 500,0 мл 0,1000 М раствора NaCl. Погрешность калибровки колбы ±0,1 мл, погрешность взвешивания ±0,2 мг.

ж) 100,0 мл 0,1000 М раствора бензойной кислоты. Погрешность калибровки колбы ±0,1 мл, погрешность взвешивания ±0,2 мг.

Задание № 7

Для проверки правильности методики полярографического определения кадмия применили способ «введено-найдено»:

Введено, мкг Cd	Найдено, мкг
20,0	21,2; 24,5; 18,4; 21,4
40,0	44,4; 38,4; 39,6; 42,5

Можно ли утверждать, что методика содержит систематическую погрешность?

Задание № 8

При определении никеля в стандартном образце сплава получена серия значений (% масс.) 21,11; 12,44; 12,32; 12,28; 12,42. Содержание никеля согласно паспорту образца – 12,38%. Содержит ли использованная методика систематическую погрешность?

Задание № 9

Примесь теофена в бензоле (% масс.) определяли спектрофотометрическим(I) и хроматографическим(II) методами. Получили следующие серии данных:

I – 0,12;0,19; 0,16; 0,14

II – 0,18; 0,32; 0,24; 0,25; 0,28

Известно, что хроматографическая методика не содержит систематической погрешности. Содержит ли систематическую погрешность спектрофотометрическая методика?

Задание № 10

В образце сплава определили медь спектрофотометрическим атомно-эмиссионным(I) и титриметрическим(II) методами. Получены следующие результаты(% масс.)

I – 12,1; 14,1; 13,6; 14,8

II – 13,40; 13,75; 13,65; 13,58; 13,60; 13,45

Известно, что титриметрическая методика не содержит систематической погрешности. Содержит ли систематическую погрешность атомно-эмиссионная методика?

Лабораторная работа № 3
Случайные погрешности химического анализа

Задание № 1.

При определении общей щелочности воды прямым ацидометрическим титрованием были получены данные, представленные в таблице. Определить границы доверительного интервала, исходя из предварительной обработки экспериментальных данных

Определение общей щелочности природной воды методом ацидометрии

K	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8
V_1, *мл*	**1.7**	**1.7**	**1.7**	**1.5**	**1.7**	**1.6**	**1.3**	**1.7**
V_2, *мл*	**1.8**	**1.7**	**1.7**	**1.8**	**1.7**	**1.7**	**1.7**	**1.8**
V_3, *мл*	**1.8**	**1.8**	**1.8**	**2.0**	**1.9**	**2.0**	**2.1**	**1.8**
n_k	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**
$\overline{X}_k$	**1.77**	**1.73**	**1.73**	**1.77**	**1.77**	**1.77**	**1.70**	**1.77**
s_k	**0.06**	**0.06**	**0.06**	**0.25**	**0.12**	**0.21**	**0.40**	**0.06**

Задание № 2.

При определении Fe^{2+} в контрольном растворе соли Мора прямым окислительно-восстановительным титрованием бихроматом калия и перманганатом калия были получены результаты, представленные в таблице. Сравнить результаты определения железа двумя методами между собой.

Определение общей щелочности природной воды методом ацидометрии

K	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8
V_1, *мл*	**1.7**	**1.7**	**1.7**	**1.5**	**1.7**	**1.6**	**1.3**	**1.7**
V_2, *мл*	**1.8**	**1.7**	**1.7**	**1.8**	**1.7**	**1.7**	**1.7**	**1.8**
V_3, *мл*	**1.8**	**1.8**	**1.8**	**2.0**	**1.9**	**2.0**	**2.1**	**1.8**
n_k	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**

$\overline{X}_k$	**1.77**	**1.73**	**1.73**	**1.77**	**1.77**	**1.77**	**1.70**	**1.77**
s_k	**0.06**	**0.06**	**0.06**	**0.25**	**0.12**	**0.21**	**0.40**	**0.06**

Задание № 3.

При стандартизации рабочего раствора соляной кислоты путем титрования ею раствора буры с концентрацией C(1/2 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) равной 0.1000 М было проведено 3 параллельных определения. Объем аликвоты равен 15 мл. Данные представлены в таблице. Определить значения среднего и стандартного отклонения и занести в таблицу.

Определение концентрации соляной кислоты в рабочем растворе

V_1, *мл*	V_2, *мл*	V_3, *мл*	$\overline{X}$, *мл*	*s, мл*
15.10	15.10	15.30		

Задание № 4.

После исключения промахов полярографическим (I) и атомно-абсорбционным (II) методами получены следующие результаты при анализе поверхностной природной воды на содержание свинца (мкг/л):

I. 2,4; 2,7; 2,5; 2,6; 2,5

II. 2,6; 2,3; 2,4; 2,5; 2,7; 2,3.

Рассчитайте среднее содержание свинца и его доверительный интервал. Принадлежат ли результаты обеих выборок одной и той же генеральной совокупности?

Задание № 5.

Два аналитика (А и В), проводя анализ сплава на содержание Be одинаковым методом, получили следующие результаты:

	B	A
n(число параллельных анализов)	5	4
$\overline{x}$ (средний результат),%	7,32	7,44
S (выборочное стандартное отклонение), %	0,13	0,105

Значимо ли расхождение средних результатов у двух аналитиков для доверительной вероятности P=0,95 (β=0,05)?

Лабораторная работа № 4
Обнаружение промахов

Задание № 1.

При титровании аликвоты соляной кислоты раствором гидроксида натрия получена серия значений объемов титранта (мл): 5,15; 5,28; 5,12; 5,16; 5,17. Является ли величина 5,28 мл промахом?

Задание №2.

Содержание фосфора в чугуне по данным атомно-эмиссионного анализа составляет (%): 0,26; 0,24; 0,21; 0,23; 0,27; 0,30. Является ли величина 0,30% промахом?

Задание № 3

Содержание SiO_2 в образце силиката по результатам гравиметрического анализа составляет (%): 43,10; 43,15; 43,25; 43,45; 43,20. Имеется ли промах в выборке результатов?

Задание № 4

При определении pH раствора получены следующие результаты: 8,29; 7,30; 8,39; 8,28; 8,31. Является ли величина 8,31 промахом?

Задание № 5

Имеется ли промах в результатах, полученных хроматографическим методом при определении антипирина в крови (мкг/г плазмы): 0,01; 0,06; 0,03; 0,04; 0,02; 0,05?

Лабораторная работа № 5

Воспроизводимость. Сравнение результатов анализов, полученных двумя методами с применением критериев: Фишера; Бартлетта; Кохрена. t-критерий.

Задание № 1

В двух лабораториях при определении кремния в биологическом материале дифференциально-спектрофотометрическим методом получили следующие результаты (%):

I – 0,84; 0,95; 0,91; 0,91

II – 0,90; 0,82; 0,96; 0,91; 0,81

Существует ли значимое расхождение между результатами двух лабораторий? Если нет, объедините данные в одну выборку, рассчитайте среднее и доверительный интервал (P=0,95). Если да, проведите расчеты для каждой лаборатории в отдельности.

Задание № 2

Содержание фосфора в листьях, полученное спектрофотометрическим методом с образованием фосфорномолибденовой (I)и фосфорнованадиевомолибденовой (II) кислот, составило (мкг/кг):

I – 3,3; 4,0; 3,0; 4,5

II – 2,5; 4,0; 3,3; 4,2.

Оцените воспроизводимость данных при использовании методик. Можно ли для оценки содержания фосфора в листьях объединить все данные в одну выборку?

Задание № 3

При определении молекулярной массы пепсина методом электрофореза в полиакриламидном геле (I) и методом гель-хроматографии (II) получены следующие результаты:

I – $3,5\cdot10^4$; $3,3\cdot10^4$; $5,4\cdot10^4$; $3,6\cdot10^4$

II - $3,2\cdot10^4$; $6,2\cdot10^4$; $3,0\cdot10^4$; $3,7\cdot10^4$

Если это возможно, рассчитайте молекулярную массу пепсина по данным, полученным двумя методами. Если нет, рассчитайте ее для каждого метода в отдельности. Укажите доверительные интервалы.

Задание № 4

В рудном концентрате два лаборанта определяли содержание свинца и получили следующие результаты (%):

I – 1,15; 1,32; 1,17; 1,28; 1,14; 1,09

II – 1,08; 1,01; 1,10; 1,02.

Можно ли объединить эти результаты для расчета содержания свинца в концентрате? Если да, рассчитайте его по данным двух серий. Если нет, рассчитайте для каждой серии в отдельности. Укажите доверительные интервалы.

Задание № 5

Для проверки гомогенности образца медицинского препарата проанализировали порцию из верхней и нижней частей контейнера и получили содержание основного компонента (%):

Верх контейнера – 26,3; 26,6; 26,1; 26,0; 26,9

Низ контейнера – 26,8; 26,1; 25,9; 26,4; 26,6

Указывают ли эти результаты на неоднородность препарата?

Задание № 6

В образце сплава определили содержание цинка гравиметрическим (I) и атомно-эмиссионным (II) методами. Получены следующие результаты (%):

I – 15,25; 15,33; 15,16; 15,24

II – 15,9; 15,7; 16,6; 16,6; 14,8; 15,9

Можно ли утверждать, что различаются: а) воспроизводимости методик; б) результаты определения цинка?

Задание № 7

Для проверки правильности хроматографической (I) методики определения нитрит-ионов использовали аттестованную спектрофотометрическую (II) методику. Результаты анализа одного и того же образца (мкг/мл) приведены ниже:

I – 1,04; 1,12; 0,98; 1,08; 1,11
II – 1,24; 1,22; 1,30; 1,09; 1,17

Можно ли утверждать наличие систематической погрешности в хроматографической методике?

Задание № 8

При определении 1,1 – диметилгидразина сорбционно-фотометрическим(I) и хромато-масс-спектрометрическим (II) методами в пробе промышленных стоков получены следующие данные (мг/л):

I – 0,72; 0,88; 0,78; 0,94; 0,78
II – 0,86; 0,64; 0,77; 0,71; 0,60; 0,62

Существует ли значимое расхождение между результатами анализов?

Задание № 9

Для проверки правильности новой кулонометрической (I) методики определения иридия в платиновом концентрате использовали аттестованную (II) методику. При анализе одного и того же образца получены следующие результаты (%):

I – 1,34; 1,34; 1,29; 1,33; 1,31; 1,32
II – 1,33; 1.29; 1.30; 1.35; 1.29; 1.33

Задание № 10

В методике указано стандартное отклонение потенциометрического определения хрома σ_0=0,017% для концентраций около 3% Cr. При исследованиях получилось несколько более высокое значение s = 0,024% Cr при f = 6 степенях свободы. Надо выяснить, не повысилась ли случайная ошибка?

Лабораторная работа № 6
Элементы общей теории ошибок. Основы дисперсионного анализа.

Задание № 1.

При определении сульфат-иона в растворе методом турбидиметрии были получены данные, которые представлены в таблице Определить параметры градуировочного графика.

Определение концентрации сульфат-ионов

j	1	2	3	4	5
$C\cdot10^3$, мг/мл	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
A	0.055	0.118	0.175	0.215	0.255
	0.056	0.120	0.179	0.222	0.262
	0.058	0.124	0.184	0.227	0.273
n	3	3	3	3	3
$\overline{A}$	0.0563	0.1207	0.1793	0.2213	0.2633
s	0.0015	0.0031	0.0045	0.0060	0.0091
s_j^{-2}	444444.4	104058.3	49382.7	27777.8	12075.8
ω_j	4.44444	1.040583	0.493827	0.277778	0.120758

Задание № 2.

При пламенно-фотометрическом определении ионов натрия в растворе были получены значения, представленные в таблице 3.7. Показание микроамперметра при фотометрировании раствора с неизвестной концентрацией натрия составило 63 мкА. Определить концентрацию ионов натрия в растворе.

Определение ионов натрия в растворе

$C(Na^+)$, мкг/мл	2.5	5	10	15	20
I, мкА	13	23	55	75	98

Задание № 3.

Для определения влияния ионной силы $NaClO_4$ на оптическую плотность комплекса железа (III) с сульфосалициловой кислотой $[Fe(SSal)_3]^{3-}$приготовлено 5 серий растворов, отличающихся ионной силой: μ_1=0; μ_2=0,1; μ_3=0,3; μ_4=0,5; μ_5=1 (при постоянстве про-

чих условий эксперимента). Из каждого раствора отобрано по шесть параллельных проб и в них измерена оптическая плотность $A_{i,j}$.Влияет ли уровень ионной силы, создаваемой $NaClO_4$, на результат измерений и если влияет, то начиная с какого значения? Результаты измерений приведены ниже

Оптическая плотность растворов при уровнях ионной силы.

Номер измерения	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5
1	0,47	0,40	0,42	0,39	0,36
2	0,44	0,44	0,41	0,36	0,41
3	0,42	0,42	0,41	0,40	0,37
4	0,43	0,45	0,38	0,41	0,39
5	0,45	0,39	0,43	0,40	0,37
6	0,43	0,41	0,40	0,38	0,38
$\overline{A_j}$, гр	0,44	0,42	0,41	0,39	0,38

Задание № 4.

При определении фторид-ионов в природной воде шесть порций анализируемой воды пропустили через отдельные колонки с катионитом в Н-форме для удаления мешающих катионов. Из полученных растворов отобрали по две равных аликвотных порции и оттитровали стандартным раствором нитрата лантана, регистрируя точку эквивалентности по скачку потенциала ионоселективного лантан-фторидного электрода. Полученные результаты (содержание фтора в мг/л), по данным для шести колонок (k=6) при двух параллельных (n=2; x_1=x´; x_2=x´´) представлены ниже:

Номер колонки	1	2	3	4	5	6
x´	13,2	13,6	12,8	13,1	13,8	13,0
x´´	13,4	13,5	12,8	13,4	13,7	12,9
$\overline{x_i}$	13,3	13,55	12,8	13,25	13,75	12,95

Оценить, какой вклад вносят в воспроизводимость анализа стадии отделения и конечного определения.

Задание № 5.

При атомно-абсорбционном определении кадмия (с пламеннойатомизацией) исследуется влияние присутствия солей NaCl, KNO_3, $MgSO_4$, на абсорбцию резонансного излучения (λ=228,8 нм). При проведении опытов в соответствии с матрицей Плекетта-Бармана в качестве нижнего (-) и верхнего (+) уровня 0,5%-ная концентрация. Отнесение трех влияющих факторов к переменным F_1-F_7 проведено случайным образом: F_2 соответствует влиянию NaCl, F_5 – KNO_3, F_7– $MgSO_4$.Остальные переменные (общее число переменных в матрице семь) F_1, F_3, F_4и F_5являются фиктивными переменными, которым в матрице хотя и соответствует также по два уровня, но при практической реализации опытов за ними ничего не стоит. Именно наличие фиктивных факторов в матрице планирования дает возможность достаточно точно оценить случайную дисперсию и проверить значимость расхождения средних.

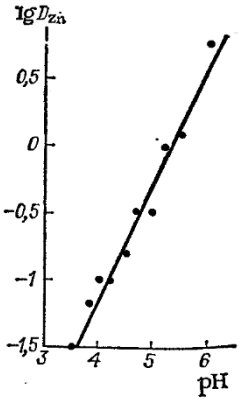
Результаты определения кадмия y_i (в млн$^{-1}$) в восьми «факторных» опытах приведены ниже:

Номер опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
y_i	0,85	0,70	0,90	0,65	1,0	0,90	0,80	1,05

Оценить влияние солей на результат определения кадмия.

Задание № 6.

При изучении процесса соосаждения цинка с гидроксидом титана при различных значениях pH с помощью радиоактивного индикатора ^{72}Znбыла получена зависимость, Представленная на рисунке:



D_{Zn} – Относительное обогащение – отношение количества цинка в осадке к количеству цинка в растворе. Оценить силу корреляции величин $\lg D_{Zn}$ и pH, найти уравнение регрессии $\lg D_{Zn}$ по pH

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ПК-1, ПК -5	Учебные задачи	Низкий – неудовлетворительно	Допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
	Тест	Низкий (неудовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый (удовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый (хорошо)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий (отлично)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веще-

			ствами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Устный опрос на практическом занятии	Низкий – неудовлетворительно	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый – удовлетворительно	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.
		Базовый – хорошо	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий – отлично	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные , последовательные , грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставлен-

			ными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.
	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
	Реферат	Низкий – неудовлетворительно	тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.
		Пороговый – удовлетворительно	имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
		Базовый – хорошо	основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
		Высокий – отлично	выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и

			логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.	

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

1. Вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
2. Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
3. Продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.
4. Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

1. Не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. Обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. Допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
4. Не сформированы компетенции, умения и навыки.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Вариант контрольной работы

Задача 1. При анализе стандартного образца, содержащего 1,47% Ag, были получены следующие результаты (%): 1,36; 1,45; 1,42; 1,32; 1,3. Определить S, P=0,95 и сделать вывод о возможности систематической ошибки в использованном методе определения серебра.

Задача 2. Массовая доля (%) CuO в минерале определи методом йодометрии и методом комплексонометрии. По первому методу получили результаты (%): 38,20; 38,00; 37,66. По второму (%): 37,70; 37,65; 37,55. Значимо ли различаются результаты данных методов?

Задача 3. Вычислить параметры уравнения градуировочной прямой по следующим данным оптической плотности стандартного раствора этанола в бензоле:

Концентрация бензола $\overline{X}_i$, г/л	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
Оптическая плотность	0,37	0,64	0,93	1,22	1,50

Рассчитать результаты анализа и его доверительный интервал (при P=0,95) для раствора бензола, если в трех параллельных измерениях оптическая плотность раствора была равна: 0,90; 0,94; 0,88.

УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ

Задание № 1

В двух лабораториях при определении кремния в биологическом материале дифференциально-спектрофотометрическим методом получили следующие результаты (%):

I – 0,84; 0,95; 0,91; 0,91

II – 0,90; 0,82; 0,96; 0,91; 0,81

Существует ли значимое расхождение между результатами двух лабораторий? Если нет, объедините данные в одну выборку, рассчитайте среднее и доверительный интервал (P=0,95). Если да, проведите расчеты для каждой лаборатории в отдельности.

Задание № 2

Содержание фосфора в листьях, полученное спектрофотометрическим методом с образованием фосфорномолибденовой (I)и фосфорнованадиевомолибденовой (II) кислот, составило (мкг/кг):

I – 3,3; 4,0; 3,0; 4,5

II – 2,5; 4,0; 3,3; 4,2.

Оцените воспроизводимость данных при использовании методик. Можно ли для оценки содержания фосфора в листьях объединить все данные в одну выборку?

Задание № 3

При определении молекулярной массы пепсина методом электрофореза в полиакриламидном геле (I) и методом гель-хроматографии (II) получены следующие результаты:

I – $3,5\cdot10^4$; $3,3\cdot10^4$; $5,4\cdot10^4$; $3,6\cdot10^4$

II - $3,2\cdot10^4$; $6,2\cdot10^4$; $3,0\cdot10^4$; $3,7\cdot10^4$

Если это возможно, рассчитайте молекулярную массу пепсина по данным, полученным двумя методами. Если нет, рассчитайте ее для каждого метода в отдельности. Укажите доверительные интервалы.

Задание № 4

В рудном концентрате два лаборанта определяли содержание свинца и получили следующие результаты (%):

I – 1,15; 1,32; 1,17; 1,28; 1,14; 1,09

II – 1,08; 1,01; 1,10; 1,02.

Можно ли объединить эти результаты для расчета содержания свинца в концентрате? Если да, рассчитайте его по данным двух серий. Если нет, рассчитайте для каждой серии в отдельности. Укажите доверительные интервалы.

Задание № 5

Для проверки гомогенности образца медицинского препарата проанализировали порцию из верхней и нижней частей контейнера и получили содержание основного компонента (%):

Верх контейнера – 26,3; 26,6; 26,1; 26,0; 26,9

Низ контейнера – 26,8; 26,1; 25,9; 26,4; 26,6

Указывают ли эти результаты на неоднородность препарата?

Задание № 6

В образце сплава определили содержание цинка гравиметрическим (I) и атомно-эмиссионным (II) методами. Получены следующие результаты (%):

I – 15,25; 15,33; 15,16; 15,24

II – 15,9; 15,7; 16,6; 16,6; 14,8; 15,9

Можно ли утверждать, что различаются: а) воспроизводимости методик; б) результаты определения цинка?

Задание № 7

Для проверки правильности хроматографической (I) методики определения нитрит-ионов использовали аттестованную спектрофотометрическую (II) методику. Результаты анализа одного и того же образца (мкг/мл) приведены ниже:

I – 1,04; 1,12; 0,98; 1,08; 1,11

II – 1,24; 1,22; 1,30; 1,09; 1,17

Можно ли утверждать наличие систематической погрешности в хроматографической методике?

Задание № 8

При определении 1,1 – диметилгидразина сорбционно-фотометрическим(I) и хромато-масс-спектрометрическим (II) методами в пробе промышленных стоков получены следующие данные (мг/л):

I – 0,72; 0,88; 0,78; 0,94; 0,78

II – 0,86; 0,64; 0,77; 0,71; 0,60; 0,62

Существует ли значимое расхождение между результатами анализов?

Задание № 9

Для проверки правильности новой кулонометрической (I) методики определения иридия в платиновом концентрате использовали аттестованную (II) методику. При анализе одного и того же образца получены следующие результаты (%):

I – 1,34; 1,34; 1,29; 1,33; 1,31; 1,32

II – 1,33; 1.29; 1.30; 1.35; 1.29; 1.33

Задание № 10

В методике указано стандартное отклонение потенциометрического определения хрома σ_0=0,017% для концентраций около 3% Cr. При исследованиях получилось несколько более высокое значение s = 0,024% Cr при f = 6 степенях свободы. Надо выяснить, не повысилась ли случайная ошибка?

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОПРОСА

Тема 1 Некоторые метрологические аспекты химического анализа

1.Можно ли определить истинное значение измеряемой величины?

2.Запишите формулу для определения погрешности результата измерения.

3.Проведите классификацию погрешностей измерений в зависимости от характера проявления.

4.Отличаются ли признаки классификации погрешностей результатов измерений и погрешностей средств измерений?

5.Наблюдается ли какая-нибудь закономерность в появлении случайных погрешностей измерений?

6.Каким образом можно существенно уменьшить случайные погрешности измерений? Можно ли совсем устранить случайные погрешности?

7.Можно ли устранить систематические погрешности?

8.Может ли систематическая погрешность измерения изменяться при повторных измерениях одной и той же физической величины?

9.Может ли абсолютная погрешность измерений в полной мере служить показателем точности измерений?

10.Как изменяется относительная погрешность измерений с уменьшением действительного или измеренного значения измеряемой величины?

11.Укажите причины возникновения погрешности метода измерений.

12.Можно ли устранить прогрессирующие погрешности?

13.Погрешность метода измерений по характеру проявления относится к систематической или случайной погрешности?

14.Укажите причины возникновения дополнительной погрешности средства измерений.

15.Чем обусловлено наличие динамической погрешности средства измерения?

16.Приведите классификацию погрешностей измерения по зависимости абсолютной погрешности от значений измеряемой величины.
17.Что характеризует термин «неопределенность измерения»?
18.Укажите два типа неопределенности измерений в соответствии со способом оценки их численного значения.
19.Назовите причины разработки новой концепции представления результатов измерений и введения нового термина «неопределенность измерения».
20.Определите, чему равна предельная погрешность, обусловленная округлением.

Тема 2 Систематические погрешности химического анализа

1. Систематические погрешности и их типы
2. Основные источники систематических погрешностей I типа и их расчет
3. Классификация систематических погрешностей II типа.
4. Инструментальные погрешности и их устранение
5. Реактивные погрешности. Учет степени чистоты и мешающего действия реактивов.
6. Погрешности пробоотбора и пробоподготовки.
5. Погрешности интерпретации. Индивидуальные погрешности оператора.
7. Рандомизация систематических погрешностей.

Тема 3 Случайные погрешности химического анализа

1. Назовите наиболее универсальные способы описания случайных величин.
2.Опишите формирование закона распределения плотности вероятностей случайной величины.
3. Запишите условие нормирования дифференциального закона распределения случайной величины.
4. Запишите вероятность P попадания случайной величины x в интервалот$x1$ до $x2$ при известном дифференциальном законе распределения $f(x)$.
5. Дайте определение интегральной функции распределения, приведите ее график и перечислите основные свойства.
6. Поясните суть различных способов нахождения центра распределения случайной величины.
7. Какие способы нахождения центра распределения случайной величины наиболее чувствительны к наличию промахов.
8. Запишите формулы для начальных и центральных моментов распределений дискретных и непрерывных случайных величин.
9. Что характеризует дисперсия случайной величины?
10. Определите точечную оценку математического ожидания случайной величины.
11. Является ли точечная оценка дисперсии несмещенной и состоятельной. Приведите формулу для точечной оценки дисперсии.
12. Приведите формулу для оценки СКО. Как связаны СКО и рассеяние результатов наблюдений?
13. Определите характеристики нормального закона распределения, согласно центральной предельной теореме теории вероятностей. Приведите формулу для распределения Гаусса.
14. Перечислите виды распределений случайных величин, для числовых оценок которых можно использовать предельную погрешность.
15. Дайте определение квантильной оценки погрешности.
16. Что означает утверждение, что доверительному интервалу $\pm 3\sigma$соответствует доверительная вероятность P = 0,997?
17. Каким образом осуществляется суммирование статистически независимых отдельных составляющих случайных погрешностей?
18. В чем заключается недостаток оценивания случайных погрешностей доверительным интервалом?
19. Дайте определение понятию грубая погрешность. Назовите причины ее возникновения.

20. Поясните суть критериев выявления грубых погрешностей: критерий«трех сигм», критерий Романовского, вариационный критерий Диксона.
21. Наиболее универсальные способы описания случайных величин.
22. Опишите формирование закона распределения плотности вероятностей случайной величины.
23. Запишите условие нормирования дифференциального закона распределения случайной величины.
24. Запишите вероятность P попадания случайной величины x в интервалотx_1 до x_2 при известном дифференциальном законе распределения $f(x)$.
25. Дайте определение интегральной функции распределения, приведите ее график и перечислите основные свойства.
26. Поясните суть различных способов нахождения центра распределения случайной величины.
27. Какие способы нахождения центра распределения случайной величины наиболее чувствительны к наличию промахов.
28. Что характеризует дисперсия случайной величины?
29. Определите точечную оценку математического ожидания случайной величины.
30. Является ли точечная оценка дисперсии несмещенной и состоятельной. Приведите формулу для точечной оценки дисперсии.
31. Приведите формулу для оценки СКО. Как связаны СКО и рассеяние результатов наблюдений?
32. Определите характеристики нормального закона распределения, согласно центральной предельной теореме теории вероятностей. Приведите формулу для распределения Гаусса.
33. Дайте определение квантильной оценки погрешности.
34. Что означает утверждение, что доверительному интервалу $\pm 3\sigma$соответствует доверительная вероятность P = 0,997?
35. Каким образом осуществляется суммирование статистически независимых отдельных составляющих случайных погрешностей?
36. В чем заключается недостаток оценивания случайных погрешностей доверительным интервалом?
37. Дайте определение понятию грубая погрешность. Назовите причины ее возникновения.

Тема 4 Элементы общей теории ошибок в приложении к обработке результатов химического анализа

1. Приведите основные задачи теории ошибок.
2. Как осуществляется расчет погрешностей отдельных этапов химического анализа?
3. Как осуществляется выбор оптимальных условий проведения химического анализа?
5. Перечислите несколько методов аппроксимации функций.
4. В чем состоит сущность метода наименьших квадратов?
5. Каким образом применяется метод наименьших квадратов для оптимизации линейных зависимостей?
6. Приведите пример применения метода наименьших квадратов для оптимизации линейной зависимости.
7. Приведите пример применения метода наименьших квадратов для оптимизации нелинейной зависимости.
8. В чем состоит сущность метода линейной интерполяции функций?
9. Покажите на примере применимость метода линейной интерполяции в аналитической химии.

Тема 5 Основы дисперсионного анализа в приложении к обработке результатов химического анализа

1. Дайте определение факторного анализа
2. Каким образом осуществляется реализация различных факторных схем?

3. Что представляет собой линейная корреляция, и какими параметрами она описывается?
4. Как производится оценка значимости влияния изучаемых факторов на воспроизводимость?
5. Как найти значимые различия между выборочным средним?
6. В чем состоит количественная мера различия между выборочным средним?

ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Лабораторная работа оформляется в тетради каждым студентом самостоятельно. Указывается название работы, формулируются цель. Далее описывается ход работы, приводятся (если требуется) формулы, расчетные соотношения и результаты расчетов (экспериментов) в виде таблиц, схем, рисунков и графиков. В соответствии с ожидаемыми и полученными результатами делаются выводы об успешном (неудачном) выполнении задания, производится анализ допущенных ошибок и предлагаются варианты их устранения, а также предлагаются способы получения наиболее оптимальных результатов.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Неопределенность результатов анализа.
2. Выявление систематических погрешностей химического анализа
3. Источники погрешности результатов химического анализа
4. Эмпирические и теоретические распределения
5. Проверка статистических гипотез
6. Дисперсионный анализ
7. Экспериментальное определение правильности
8. Использование значений показателей точности на практике
9. Внутренний анализ качества результатов химического анализа

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Тема: «Основы метрологии»

1. Укажите цель метрологии:
1) обеспечение единства измерений с необходимой и требуемой, точностью;
2) разработка и совершенствование средств и методов измерений повышения их точности
3) разработка новой и совершенствование, действующей правовой и нормативной базы;
4) совершенствование эталонов единиц измерения для повышения их точности;
5) усовершенствование способов передачи единиц измерений от эталона к измеряемому объекту.
2. Укажите задачи метрологии:
1) обеспечение единства измерений с необходимой и требуемой точностью;
2) разработка и совершенствование средств и методов измерений; повышение их точности;
3) разработка новой и совершенствование действующей правовой и нормативной базы;
4) совершенствование эталонов единиц измерения для повышения их точности;
5) усовершенствование способов передачи единиц измерений от эталона к измеряемому объекту;
6) установление и воспроизведение в виде эталонов единиц измерений.
3. Охарактеризуйте принцип метрологии «единство измерений»:
1) разработка и/или применение метрологических средств, методов, методик и приемов основывается на научном эксперименте и анализе;

2)состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы;
3) состояние средства измерений, когда они проградуированы в узаконенных единицах и их метрологические характеристики соответствуют установленным нормам.
4. Какие из перечисленных способов обеспечивают единство измерения:
1) применение узаконенных единиц измерения;
2) определение систематических и случайных погрешностей, учет их в результатах измерений;
3) применение средств измерения, метрологические характеристики которых соответствуют установленным нормам;
4) проведение измерений компетентными специалистами.
5. Какой раздел посвящен изучению теоретических основ метрологии:
1) законодательная метрология;
2) практическая метрология;
3) прикладная метрология;
4) теоретическая метрология;
5) экспериментальная метрология.
6. Какой раздел рассматривает правила, требования и нормы, обеспечивающие регулирование и контроль за единством измерений:
1) законодательная метрология;
2) практическая метрология;
3) прикладная метрология;
4) теоретическая метрология;
5) экспериментальная метрология.
7. Укажите объекты метрологии:
1) Ростехрегулирование;
2) метрологические службы;
3) метрологические службы юридических лиц;
4) нефизические величины;
5) продукция;
6) физические величины.
8. Как называется качественная характеристика физической величины:
1) величина:
2) единица физической величины;
3) значение физической величины;
4) размер;
5) размерность
9. Как называется количественная характеристика физической величины:
1) величина;
2) единица физической величины;
3) значение физической величины;
4) размер;
5) размерность.
10. Как называется значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношениях соответствующую физическую величину:
1) действительное;
2) искомое;

3) истинное;
4) номинальное;
5) фактическое.
11. Как называется значение физической величины, найденное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному, что для поставленной задачи может его заменить:
1) действительное;
2) искомое;
3) истинное;
4) номинальное;
5) фактическое.
12. Как называется фиксированное значение величины, которое принято за единицу данной величины и применяется для количественного выражения однородных с ней величин:
1) величина;
2) единица величины;
3) значение физической величины;
4) показатель:
5) размер.
13. Как называется единица физической величины, условно принятая в качестве независимой от других физических величин:
1) внесистемная,
2) дольная;
3) системная;
4) кратная;
5) основная.
14. Как называется единица физической величины, определяемая через основную единицу физической величины:
1) основная;
2) производная;
3) системная;
4) кратная;
5) дольная.
15. Как называется единица физической величины в целое число раз больше системной единицы физической величины:
1) внесистемная;
2) дольная;
3) кратная;
4) основная;
5) производная.
16. Как называется единица физической величины в целое число раз меньше системной единицы физической величины:
1) внесистемная;
2) дольная;
3) кратная;
4) основная;
5) производная.
17. Назовите субъекты государственной метрологической службы.
1) РОСТЕХРЕГУЛИРОВАНИЕ
2) Государственный научный метрологический центр;
3) метрологическая служба отраслей;

4) метрологическая служба предприятий;
5) Российская калибровочная служба;
6) центры стандартизации, метрологии и сертификации.
18. Дайте определение понятия «методика измерений»:
1) исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям;
2) совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности;
3) совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений;
4) совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины;
5) совокупность средств измерений, предназначенных для измерений одних и тех же величин, выраженных в одних и тех же единицах величин, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации.
19. Как называется анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе:
1) аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на выполнение работ и/или оказание услуг области обеспечения единства измерений;
2) аттестация методик (методов) измерений;
3) государственный метрологический надзор;
4) метрологическая экспертиза;
5) поверка средств измерений;
6) утверждение типа стандартных образцов или типа средств
измерений.
20. Как называется совокупность операций, выполняемых пня определения количественного значения величины:
1) величина;
2) значение величин;
3) измерение;
4) калибровка;
5) поверка.
21. Укажите виды измерений по способу получения информации:
1) динамические;
2) косвенные;
3) многократные;
4) однократные;
5) прямые;
6) совместные;
7) совокупные.
22. Укажите виды измерений по количеству измерительной информации:
1) динамические;
2) косвенные;
3) многократные;
4) однократные;
5) прямые;
6) статические.

23. Укажите виды измерения по характеру изменения получаемой информации в процессе измерения:
1) динамические;
2) косвенные;
3) многократные;
4)однократные
5)прямые;
6)статические.
24. Укажите виды измерений по отношению к основным единицам
1) абсолютные+
2) динамические
3) косвенные
4) относительные
5) прямые
6) статические
25. При каких видах измерений искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений:
1) при динамических;
2)при косвенных;
3)при многократных;
4)при однократных;
5)при прямых;
6)при статических.
26. Укажите виды измерений, при которых определяются фактические значения нескольких одноименных величин, а значение искомой величины находят решением системы уравнений:
1)дифференциальные;
2)прямые;
3)совместные;
4)совокупные;
5)сравнительные.
27. Укажите виды измерений, при которых определяются фактические значения нескольких неоднородных величин для нахождения функциональной зависимости между ними:
1)преобразовательные;
2)прямые;
3)совместные;
4)совокупные;
5)сравнительные
28. Укажите виды измерений, при которых число измерений равняется числу измеряемых величин:
1)абсолютные;
2)косвенные;
3)многократные;
4)однократные;
5)относительные
6) прямые.
29. Какие средства измерений предназначены для воспроизведения и/или хранения физической величины:
1)вещественные меры;

2)индикаторы;
3)измерительные приборы;
4)измерительные системы;
5)измерительные установки;
6)измерительные преобразователи;
7)стандартные образцы материалов и веществ;
8)эталоны.
30. Какие средства измерений представляют собой совокупность измерительных преобразователей и отсчетного устройства:
1)вещественные меры;
2)индикаторы;
3)измерительные приборы;
4)измерительные системы;
5)измерительные установки.
31. Какие средства измерений состоят из функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, территориально разобщенных и соединенных каналами связи:
1)вещественные меры;
2)индикаторы;
3)измерительные приборы;
4)измерительные системы;
5)измерительные установки;
6)измерительные преобразователи
32. Какие средства измерений состоят из функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, собранных в одном месте:
1) измерительные приборы;
2)измерительные системы;
3)измерительные установки;
4)измерительные преобразователи;
5)эталоны.
33. Обнаружение — это:
1)свойство измеряемого объекта, общее в количественном отношении для всех одноименных объектов, но индивидуальное в количественном;
2)сравнение неизвестной величины с известной и выражение первой через вторую в кратном или дольном отношении;
3)установление качественных характеристик искомой физической величины;+
4)установление количественных характеристик искомой физической величины.
34. Какие технические средства предназначены для обнаружения физических свойств:
1)вещественные меры;
2)измерительные приборы;
3)измерительные системы;
4)индикаторы;
5)средства измерения.
35. Укажите нормированные метрологические характеристики средств измерений:
1)диапазон показаний;
2)точность измерений;
3)единство измерений;
4)порог измерений;
5)воспроизводимость;

6)погрешность.
36. Как называется область значения шкалы, ограниченная начальным и конечным значением:
1) диапазон измерения;
2) диапазон показаний;
3) погрешность;
4) порог чувствительности;
5) цена деления шкалы.
37. Как называется отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины:
1) диапазон измерения;
2) диапазон показаний;
3) порог чувствительности;
4) цена деления шкалы;
5) чувствительность.
38. Как называются технические средства, предназначенные для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины:
1) вещественные меры;
2) индикаторы;
3) измерительные преобразователи;
4) стандартные образцы материалов и веществ;
5) эталоны.
39. Укажите средства поверки технических устройств:
1) измерительные системы;
2) измерительные установки;
3) измерительные преобразователи;
4) калибры;
5) эталоны.
40. Какие требования предъявляются к эталонам:
1) размерность;
2) погрешность;
3) неизменность;
4) точность;
5) воспроизводимость;
6) сличаемость.
41. Какие эталоны передают свои размеры вторичным эталонам:
1) международные эталоны;
2) вторичные эталоны;
3) государственные первичные эталоны,
4) калибры;
5) рабочие эталоны;
42. В чем состоит принципиальное отличие поверки от калибровки:
1) обязательный характер;
2) добровольный характер;
3) заявительный характер;
4) правильного ответа нет.
43. Какие эталоны передают информацию о размерах рабочим средствам измерения:
1) государственные первичные эталоны;
2) государственные вторичные эталоны;

3) калибры;
4) международные эталоны;
5) рабочие средства измерения;
6) рабочие эталоны.
44. Как называется совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям:
1) поверка;
2) калибровка;
3) аккредитация;
4) сертификация;
5) лицензирование;
6) контроль;
7) надзор.
45. Калибровка — это:
1) совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям;
2) совокупность основополагающих нормативных документов, предназначенных для обеспечения единства измерений с требуемой точностью;
3) Совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.
46. Каковы альтернативные результаты поверки средств измерений:
1) знак поверки;
2) свидетельство о поверке;
3) подтверждение пригодности к применению;
4) извещение о непригодности;
5) признание непригодности к применению.
47. Укажите способы подтверждения пригодности средства измерения к применению:
1) нанесение знака поверки;
2) нанесение знака утверждения типа;
3) выдача извещения о непригодности;
4) выдача свидетельства о поверке;
5) выдача свидетельства об утверждении типа.

Тест 2

1. Дайте определение метрологии:
А. наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и требуемой точности
Б. комплект документации описывающий правило применения измерительных средств
В. система организационно правовых мероприятий и учреждений созданная для обеспечения единства измерений в стране
Г. А+В
Д. все перечисленное верно

2. Что такое измерение?
А. определение искомого параметра с помощью органов чувств, номограмм или любым другим путем
Б. совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу величины, позволяющего сопоставить измеряемую величину с ее единицей и по-

лучить значение величины
В. применение технических средств в процессе проведения лабораторных исследований
Г. процесс сравнения двух величин, процесс, явлений и т. д.
Д. все перечисленное верно

3. Единство измерений:
А. состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах, а погрешности известны с заданной вероятностью и не выходят за установленные пределы
Б. применение одинаковых единиц измерения в рамках ЛПУ или региона
В. применение однотипных средств измерения (лабораторных приборов) для определения одноименных физиологических показателей
Г. получение одинаковых результатов при анализе пробы на одинаковых средствах измерения
Д. все перечисленное верно

4. Погрешностью результата измерений называется:
А. отклонение результатов последовательных измерений одной и той же пробы
Б. разность показаний двух разных приборов полученные на одной той же пробе
В. отклонение результатов измерений от истинного (действительного) значения
Г. разность показаний двух однотипных приборов полученные на одной той же пробе
Д. отклонение результатов измерений одной и той же пробы с помощью различных методик

5. Правильность результатов измерений:
А. результат сравнения измеряемой величины с близкой к ней величиной, воспроизводимой мерой
Б. характеристика качества измерений, отражающая близость к нулю систематических погрешностей результата
В. определяется близость среднего значения результатов повторных измерений к истинному (действительному) значению измеряемой величины
Г. "Б"+"В"
Д. все перечисленное верно

6. К мерам относятся:
А. эталоны физических величин
Б. стандартные образцы веществ и материалов
В. все перечисленное верно

7. Стандартный образец- это:
А. специально оформленный образец вещества или материала с метрологически аттестованными значениями некоторых свойств
Б. контрольный материал полученный из органа проводящего внешний контроль качества измерений
В. проба биоматериала с точно определенными параметрами
Г. все перечисленное верно

8. Косвенные измерения - это такие измерения, при которых:
А. применяется метод наиболее быстрого определения измеряемой величины
Б. искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений

других физических величин, связанных с искомой известной функциональной зависимостью
В. искомое значение физической величины определяют путем сравнения с мерой этой величины
Г. искомое значение величины определяют по результатам измерений нескольких физических величин
Д. все перечисленное верно

9. Прямые измерения это такие измерения, при которых:
А. искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других физических величин, связанных с искомой известной функциональной зависимостью
Б. применяется метод наиболее точного определения измеряемой величины
В. искомое значение физической величины определяют непосредственно путем сравнения с мерой этой величины
Г. градуировочная кривая прибора имеет вид прямой
Д. "Б"+"Г"

10. Статические измерения – это измерения:
А. проводимые в условиях стационара
Б. проводимые при постоянстве измеряемой величины
В. искомое значение физической величины определяют непосредственно путем сравнения с мерой этой величины
Г. "А"+"Б"
Д. все верно

11. Динамические измерения – это измерения:
А. проводимые в условиях передвижных лабораторий
Б. значение измеряемой величины определяется непосредственно по массе гирь последовательно устанавливаемых на весы
В. изменяющейся во времени физической величины, которые представляется совокупностью ее значений с указанием моментов времени, которым соответствуют эти значения
Г. связанные с определением сил действующих на пробу или внутри пробы

12. Абсолютная погрешность измерения – это:
А. абсолютное значение разности между двумя последовательными результатами измерения
Б. составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений
В. являющаяся следствием влияния отклонения в сторону какого – либо из параметров, характеризующих условия измерения
Г. разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины
Д. все перечисленное верно

13. Относительная погрешность измерения:
А. погрешность, являющаяся следствием влияния отклонения в сторону какого – либо из параметров, характеризующих условия измерения
Б. составляющая погрешности измерений не зависящая от значения измеряемой величины
В. абсолютная погрешность деленная на действительное значение

Г. составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений
Д. погрешность результата косвенных измерений, обусловленная воздействием всех частных погрешностей величин-аргументов

14. Систематическая погрешность:
А. не зависит от значения измеряемой величины
Б. зависит от значения измеряемой величины
В. составляющая погрешности повторяющаяся в серии измерений
Г. разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины
Д. справедливы "А", "Б" и "В"

15. Случайная погрешность:
А. составляющая погрешности случайным образом изменяющаяся при повторных измерениях
Б. погрешность, превосходящая все предыдущие погрешности измерений
В. разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины
Г. абсолютная погрешность, деленная на действительное значение
Д. справедливы "А", "Б" и "В"

16. Государственный метрологический надзор осуществляется:
А. на частных предприятиях, организациях и учреждениях
Б. на предприятиях, организациях и учреждениях федерального подчинения
В. на государственных предприятиях, организациях и учреждениях муниципального подчинения
Г. на государственных предприятиях, организациях и учреждениях имеющих численность работающих свыше ста человек
Д. на предприятиях, в организациях и учреждениях вне зависимости от вида собственности и ведомственной принадлежности

17. Поверка средств измерений:
А. определение характеристик средств измерений любой организацией имеющей более точные измерительные устройства чем поверяемое
Б. калибровка аналитических приборов по точным контрольным материалам
В. совокупность операций, выполняемых органами государственной службы с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям
Г. совокупность операций, выполняемых, организациями с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений современному уровню
Д. все перечисленное верно

18. К сферам распространения государственного метрологического контроля и надзора относится:
А. здравоохранение
Б. ветеринария
В. охрана окружающей среды
Г. обеспечение безопасности труда
Д. все перечисленное

19. Проверки соблюдения метрологических правил и норм проводится с целью:
А. определение состояния и правильности применения средств измерений
Б. контроль соблюдения метрологических правил и норм
В. определение наличия и правильности применения аттестованных методик выполнения измерений
Г. контроль правильности использования результатов измерения
Д. все, кроме "Г"

20. Поверка по сравнению с внешним контролем качества обеспечивает:
А. более точный контроль инструментальной погрешности средств измерения
Б. больший охват контролем различных этапов медицинского исследования
В. более точное определение чувствительности и специфичности метода исследования реализованного на данном приборе
Г. обязательное определение систематической составляющей инструментальной погрешности
Д. "А"+"Г"

6.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, ПК-1, ПК-5.

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)**
задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6)	4, 5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задание закрытого типа на установление последовательности	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный - 3 балла;

			если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует – 0 баллов

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-1. Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижения которой является:	**ИД-1 пк-1- Знает** основные естественнонаучные законы и закономерности протекания химических процессов **ИД-2 пк-1- Умеет** интерпретировать полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин. **ИД-3 пк-1- Имеет практический опыт** применения системы фундаментальных химических понятий и естественнонаучных законов в профессиональной деятельности

Тест по химической метрологии

Задания с выбором одного правильного ответа

1. Систематическая погрешность — это погрешность, которая:

а) Изменяется случайным образом от измерения к измерению.

б) Имеет одинаковую величину и знак во всех измерениях, проводимых одним методом.

в) Зависит только от квалификации оператора.

г) Не может быть обнаружена и устранена.

Ответ: б

2. Какой из перечисленных факторов является источником СЛУЧАЙНОЙ погрешности в титриметрии?

а) Неправильная настройка нуля на аналитических весах.

б) Несоответствующая концентрация титранта (по паспорту).

в) Неточное считывание положения мениска в бюретке в конце титрования.

г) Применение индикатора с неподходящим интервалом перехода.

Ответ: в

3. При увеличении числа параллельных измерений (n) доверительный интервал среднего результата:

а) Увеличивается пропорционально n.

б) Не изменяется.

в) Уменьшается пропорционально √n.

г) Увеличивается пропорционально √n.

Ответ: в

Задания типа «Верно», «Неверно»

4. Верно ли утверждение: «Увеличивая число параллельных определений (n), можно полностью устранить систематическую погрешность анализа»?

а) Верно

б) Неверно

Ответ: б) Неверно

5. Верно ли утверждение: «Дисперсия (s^2) является более удобной оценкой рассеяния, чем стандартное отклонение (s), потому что она имеет ту же размерность, что и измеряемая величина»?

а) Верно

б) Неверно

Ответ: б) Неверно

Задания с выбором нескольких правильных ответов

6. Какие из перечисленных действий направлены на ОБНАРУЖЕНИЕ или УСТРАНЕНИЕ систематической погрешности (правильных ответов может быть несколько)?

а) Проведение анализа контрольной пробы (стандартного образца).

б) Увеличение числа параллельных измерений с 2 до 5.

в) Введение поправочного коэффициента.

г) Использование метода «введено-найдено» (метода добавок).

д) Расчет стандартного отклонения для серии измерений.

Ответ: а, в, г

7. Какие характеристики являются показателями ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ методики анализа?

а) Стандартное отклонение (s).

б) Относительное стандартное отклонение (RSD, Sr).

в) Правильность (оцененная по стандартному образцу).

г) Доверительный интервал среднего результата.

д) Коэффициент вариации (CV).

Ответ: а, б, г, д

Задания на установление соответствия

8. Установите соответствие между видом погрешности и наиболее подходящим методом её оценки/уменьшения:

1. Случайная погрешность единичного измерения
2. Систематическая погрешность методики
3. Промах (грубая погрешность)

А. Q-критерий (критерий Диксона)

Б. Стандартное отклонение (s)

В. Сравнение с результатом анализа стандартного образца (СО)

Ответ: 1-Б, 2-В, 3-А

9. Установите соответствие между статистическим параметром и его определением:

1. Среднее арифметическое ($\bar{x}$)
2. Дисперсия (s^2)
3. Доверительный интервал

А. Интервал, в котором с заданной вероятностью находится истинное значение измеряемой величины.

Б. Мера рассеяния результатов относительно среднего.

В. Наиболее вероятное значение измеряемой величины из данной серии измерений.

Ответ: 1-В, 2-Б, 3-А

Задание на установление последовательности

10. Установите правильную последовательность проверки ряда результатов на наличие промаха с помощью Q-критерия:

А) Вычислить Q-отношение для крайнего значения.

Б) Расположить результаты в порядке возрастания.

В) Сравнить расчетное Q с табличным при выбранной доверительной вероятности и числе измерений.

Г) Выделить резко отличающийся (подозрительный) результат.

Ответ: Б, Г, А, В

11. Установите последовательность расчета доверительного интервала для среднего значения при малом числе измерений (n<30):

А) Выбрать доверительную вероятность P (например, 0.95) и найти коэффициент Сть-

юдента t(P, f) для f = n-1.
Б) Рассчитать среднее арифметическое ($\bar{x}$) и стандартное отклонение (s).
В) Рассчитать доверительный интервал по формуле: $\Delta x = t * s / \sqrt{n}$.
Г) Записать результат в виде: $x = \bar{x} \pm \Delta x$ (ед. изм.), P=...
Ответ: Б, А, В, Г

Задания с кратким ответом

12. По результатам пяти измерений массовой доли вещества получен ряд: 12.34%, 12.41%, 12.36%, 12.32%, 12.38%. Рассчитайте СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ ($\bar{x}$) для этой серии.
Ответ: 12.36%
13. Для серии измерений из вопроса 11 стандартное отклонение (s) рассчитано и равно 0.034%. Рассчитайте ОТНОСИТЕЛЬНОЕ СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ (RSD, %) для среднего значения 12.36%.
Ответ: 0.275%

Задания с развернутыми ответами

14. Сформулируйте и раскройте смысл «закона сложения дисперсий» (правила сложения ошибок) применительно к химическому анализу. Приведите пример расчета суммарной случайной погрешности для двухстадийной процедуры (например, взвешивание навески и разбавление в мерной колбе).
Ответ:

- **Формулировка:** Дисперсия (квадрат стандартного отклонения) результата, являющегося суммой или разностью нескольких независимых случайных величин, равна сумме дисперсий этих величин. Если конечный результат y вычисляется как $y = a x_1 \pm b x_2$, то $s^2(y) = a^2 s^2(x_1) + b^2 s^2(x_2)$.
- **Смысл:** Позволяет оценить вклад случайных погрешностей отдельных этапов анализа в общую погрешность результата.
- **Пример:** Определение концентрации C после приготовления раствора: C = m / (M * V), где m – масса навески, M – молярная масса, V – объем колбы. Пусть s(m) = 0.0002 г (погрешность взвешивания), s(V) = 0.05 мл (погрешность измерения объема). M считаем точной.
- Для относительных дисперсий: $[s(C)/C]^2 \approx [s(m)/m]^2 + [s(V)/V]^2$. При m=0.1000 г и V=100.00 мл: $[s(C)/C]^2 = (0.0002/0.1)^2 + (0.05/100)^2 = 4*10^{-6} + 25*10^{-6} = 29*10^{-6}$.
- $s(C)/C = \sqrt{(29*10^{-6})} \approx 0.0054$ или 0.54% (относительное стандартное отклонение результата).

15. В чем заключается сущность дисперсионного анализа (ANOVA) применительно к метрологии химического анализа? Опишите, как с помощью однофакторного дисперсионного анализа можно оценить значимость различий между результатами, полученными разными аналитиками на одном приборе.
Ответ:

- **Сущность:** Дисперсионный анализ – это статистический метод, позволяющий разложить общую вариативность (дисперсию) данных на составляющие, обусловленные влиянием различных контролируемых факторов (например, оператор, день, методика) и случайной ошибки. Цель – выяснить, значимо ли влияние фактора по сравнению со случайным разбросом.
- **Применение для оценки работы аналитиков:**

1. **Постановка задачи:** Есть k аналитиков (фактор). Каждый проводит по n параллельных определений одного и того же образца.
2. **Расчет дисперсий:**

- **Общая дисперсия (SS_total):** Отклонения всех результатов от общего среднего.
- **Межгрупповая дисперсия (SS_factor):** Обусловлена различием между аналитиками (отклонения средних каждого аналитика от общего среднего).

- **Внутригрупповая дисперсия (SS_error):** Обусловлена случайными погрешностями внутри серии у каждого аналитика (отклонения результатов аналитика от его собственного среднего).

3. **Сравнение дисперсий (F-тест):** Рассчитывают F-отношение = (SS_factor / df_factor) / (SS_error / df_error), где df – степени свободы. Это отношение сравнивают с критическим значением F-критерия Фишера для выбранного уровня значимости (α=0.05).
4. **Вывод:** Если расчетное F > критического, то влияние фактора (различия между аналитиками) **статистически значимо** на уровне α. Это означает, что различия между средними значениями у аналитиков превышают возможный случайный разброс, и, вероятно, существует систематическая разница в их работе (сдвиг, индивидуальная ошибка). Если F < критического, различия незначимы, и всю вариацию можно отнести на счет случайных погрешностей методики.

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
ПК-5. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации, **индикаторами** достижения которой является:	**ИД-1 пк-5- Знает** методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации. **ИД-2 пк-5- Умеет** составлять протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме **ИД-3 пк-5- Осуществляет контроль** точности аналитического оборудования на соответствие требуемой нормативной документации

Тест по химической метрологии

Задания с одним правильным ответом

1. К какому виду погрешностей, согласно классификации по источнику происхождения, относится погрешность, вызванная несовершенством выбранного метода анализа (например, неполнотой протекания химической реакции)?

1. Случайная
2. Систематическая методическая
3. Промах
4. Систематическая операторская

Ответ: 2

2. Валидация методики химического анализа НЕ включает определение:

1. Линейности
2. Точности
3. Рентабельности
4. Предела обнаружения

Ответ: 3

3. Для оценки правильности (отсутствия систематической погрешности) серии измерений стандартного образца (СО) используют:

1. Критерий Фишера (F-тест)
2. Критерий Кохрена
3. Критерий Стьюдента (t-тест)
4. Критерий Граббса

Ответ: 3

Задания типа «Верно/Неверно»

4. Стандартное отклонение (S) характеризует воспроизводимость результатов анализа.

1. Верно
2. Неверно

Ответ: 1

5. Если доверительный интервал для среднего результата анализа, рассчитанный при заданной доверительной вероятности, включает в себя аттестованное значение стандартного образца, это доказывает полное отсутствие систематической погрешности.

1. Верно
2. Неверно

Ответ: 2

Задания с несколькими правильными ответами

6. Какие из перечисленных факторов могут являться источниками СИСТЕМАТИЧЕСКИХ погрешностей в химическом анализе?

1. Колебания напряжения в сети электропитания приборов
2. Неправильная калибровка весов
3. Неоднородность пробы сырья
4. Субъективная ошибка оператора при считывании показаний со шкалы ареометра
5. Постоянная примесь в реактиве, вносимая производителем

Ответ: 2,5

7. С помощью дисперсионного анализа (ANOVA) в приложении к химическому анализу можно:

1. Выявить наличие грубых погрешностей (промахов)
2. Оценить вклад различных факторов (например, разные лаборанты, разные дни) в общую дисперсию результатов
3. Сравнить воспроизводимость двух методик
4. Определить молярную массу исследуемого вещества

Ответ: 2,3

Задания на соответствие

8. Установите соответствие между видом погрешности и наиболее подходящим способом её обнаружения или уменьшения:

А. Систематическая методическая

Б. Случайная

В. Систематическая операторская

1. Использование метода добавок
2. Увеличение числа параллельных определений
3. Проведение внутрилабораторного сличительного эксперимента

Ответ: А-1, Б-2, В-3

9. Установите соответствие между термином и его определением:

А) Правильность

Б) Прецизионность

В) Воспроизводимость

1. Близость результатов измерений, полученных в разных условиях (разными операторами, на разном оборудовании).
2. Близость среднего результата к истинному (аттестованному) значению.
3. Близость результатов единичных измерений друг к другу (сходимость).

Ответ: А-2, Б-3, В-1

Задания на установление последовательности

10. Установите правильную последовательность действий при статистической обработке результатов серии параллельных определений содержания компонента в пробе:

А) Расчет среднего арифметического

Б) Проверка результатов на наличие грубых погрешностей (промахов)

В) Расчет стандартного отклонения

Г) Расчет доверительного интервала

Д) Исключение промаха (при его наличии)

Ответ: Б → Д → А → В → Г

11. Установите последовательность этапов дисперсионного анализа для сравнения результатов, полученных тремя лаборантами (k=3) на одном образце (по n повторений каждый):

А) Расчет межгрупповой (факторной) дисперсии

Б) Расчет общей дисперсии

В) Расчет внутригрупповой (остаточной) дисперсии

Г) Сравнение рассчитанного F-отношения с табличным

Ответ: Б → В → А → Г

Задания с коротким ответом (число, слово, формула)

12. По результатам 5 параллельных определений массы (%) компонента были получены значения: 12.35, 12.41, 12.30, 12.38, 12.36. Рассчитайте стандартное отклонение единичного измерения (S). Ответ округлите до 0.01.
Ответ: 0.04

13. Как называется числовая характеристика, оценивающая рассеяние результатов измерений и вычисляемая как квадратный корень из дисперсии?
Ответ: Стандартное отклонение

Задания с развернутым ответом

14. Под руководством старшего лаборанта вы проводите контроль качества сырья – поваренной соли (NaCl) на содержание основного вещества титрованием. Получены результаты 4 параллельных титрований одной пробы: 98.12%, 98.45%, 98.30%, 98.25%.

Вопрос: Опишите ваши дальнейшие действия для получения надежного результата, который можно представить руководителю. Включите в описание расчеты (укажите, какие именно), проверки и их логику. Используйте критерий Q (при n=4, Qтабл(0.95) = 0.83). Как рассчитанное значение будет использовано для контроля качества?

Ответ: Рассчитать среднее арифметическое: $\bar{x} \approx$ **98.28%**.

Проверить наличие грубых погрешностей (промахов) с помощью Q-критерия для крайних значений (98.12% и 98.45%).

Для 98.12%: Q = (98.25 - 98.12) / (98.45 - 98.12) = 0.13 / 0.33 ≈ **0.39** (< 0.83).

Для 98.45%: Q = (98.45 - 98.30) / (98.45 - 98.12) = 0.15 / 0.33 ≈ **0.45** (< 0.83).

Вывод: Промахов нет.

Рассчитать стандартное отклонение (S) ≈ 0.13% и доверительный интервал (например, для P=0.95) ≈ 98.28 ± 0.23%.

Представить результат руководителю в виде: **98.3 ± 0.2%** (с указанием доверительной вероятности), сделав вывод, соответствует ли сырье ТУ (например, >98.0%). Это основание для решения о допуске сырья в производство.

15. При внедрении новой методики анализа компонента в готовой продукции под руководством квалифицированного специалиста вам поручено оценить её прецизионность (сходимость).

Вопрос: Предложите план эксперимента для оценки сходимости. Как вы будете обрабатывать полученные данные? Какие метрологические характеристики вы получите в результате и как они будут применяться в дальнейшей работе при рутинном контроле продукции?

Ответ: План эксперимента: Провести серию из n (обычно 6-10) параллельных определений содержания компонента в одной и той же однородной пробе готовой продукции в условиях сходимости (один оператор, один прибор, один день, одна партия реактивов).

Обработка данных: Рассчитать среднее арифметическое ($\bar{x}$), стандартное отклонение для условий сходимости (S_a или Sr — стандартное отклонение повторяемости) и относительное стандартное отклонение повторяемости (RSDr).

Получаемые метрологические характеристики: Значение **Sr (стандартное отклонение повторяемости)** и/или **RSDr (относительное стандартное отклонение повторяемости)**.

Применение в рутинном контроле: Эти характеристики заносятся в паспорт методики. Sr используется для расчета **норматива сходимости (r)** — предельно допустимого расхождения между двумя единичными результатами, полученными в условиях повторяемости: **r = 2.77 * Sr**.

При ежедневном контроле продукции, если два параллельных определения одного образца расходятся больше, чем на значение r, анализ признается недостоверным, и его необходимо повторить. Это обеспечивает внутренний контроль качества измерений.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

Список основной литературы

1. Яблонский, О. П. Основы стандартизации, метрологии, сертификации : учебник / О. П. Яблонский, В. А. Иванова. – 2-е изд., доп. и перераб. – Ростов н/Д : Феникс, 2010. – 475 с. (12 экз).

Список дополнительной литературы

1. Баранникова, И. В. Метрология, стандартизация, сертификация в АСУ. Пособие по выполнению практических работ : учеб. пособие для студ. вузов / И. В. Баранникова, А. В. Ландер. - М. : Изд-во МГГУ, 2009. - 59, [4] с (2 экз)
2. Крылова, Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, **метрологи**и : учебник для студ. вузов / Г. Д. Крылова , 3-е изд., перераб. и доп. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2005. - 671 с. : (8 экз)
3. Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных : учебное пособие для среднего профессионального образования / Б. Б. Мойзес, И. В. Плотникова, Л. А. Редько. - 2-е изд. - Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 118 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-12574-0. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/495916
4. Чарыков, А.К. Математическая обработка результатов химического анализа: Учеб. пособие для вузов. – Л.: Химия, 1984.– 168. (1 экз)

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Профессиональный интернет-ресурс, посвященный аналитической химии, химическому анализу и метрологии http://www.anchem.ru
2. Наиболее известных российских форумов метрологов; http://metrologu.ru
3. Официальный сайт ФГУП ВНИИМС (Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы) http://www.vniims.ru
4. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется:

Ауд. 217 «А» Лаборатория аналитической химии

- Стол лабораторный 1-мест. (8 шт.)
- Стол письменный 1-мест. (2 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул (11 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (1 шт.)
- Принтер «Samsung» (1 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X (1 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)
- Анализатор АНИОН-7051 (1 шт.)
- Весы аналитические VIBRA HT-84RCE (2 шт.)
- Жидкостная хроматографическая система с кондуктометрическим детектированием «Джетхром» (1 шт.)
- Прибор для получения особо чистой деонизованной воды «Водолей» (1 шт.)
- Комплекс аппаратно-программный на базе хроматографа «Лристалл 2000М» (1 шт.)
- Кондуктометр «Анион 4120» (1 шт.)
- Насос вакуумный-компрессор (мини) Portlab N86 KTE (1 шт.)
- Устройство для фильтрации и дегазации растворов АНО-1566 «Phenomenex» (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-4 (с ротором) (1 шт.)
- Весы ВЛР-200 (аналитические) (2 шт.)
- Весы ВЛР-200Г (с гирями) (1 шт.)
- Весы ЕК-400Н (Эй энд Ди)(0,01г.) (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (технические) (1 шт.)
- Вытяжной зонт (1 шт.)
- Иономер И130 2М.1 (1 шт.)
- Комплекс вольтамперометрический СТА (1 шт.)
- Микроскоп МБС-10 (1 шт.)
- Шкаф сушильный
- Муфельная печь (ПМ-8) (1 шт.)
- Аквадистиллятор (ДЭ-4-2М) (1 шт.)
- Комплекс пробоподготовки «Термос-экспресс» ТЭ 1 (1 шт.)
- Фотометр КФК3КМ (1 шт.)
- Пробоотборная система ПЭ-1420 (1 шт.)
- Фторопласт пробоотб. система ПЭ-1320 (1 шт.)
- Центрифуга (1 шт.)

- Эксикатор (2 шт.)
- Штатив ШЛ – 01 «ЛАБ» (7 шт.)
- Магнитная мешалка П-Э-6100 (1 шт.)
- Комплект ареометр учебный (1 шт.)
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ

Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Химическая метрология»

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Панова Л.П.., кандидат химических наук, доцент кафедры химии,

Емельянов В.В., преподаватель кафедры химии, инженер-метролог пробирно-аналитической лаборатории АО «Прииск Соловьевский».

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2026/2027 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026/2027 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 28 мая 2026 г.).