

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кувардин Николай Владимирович  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 08.10.2024 09:53:06  
Уникальный программный ключ:  
9e48c4318069d59a383b8e4c07e4eba99aa1cb28

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой фунда-  
ментальной химии и химиче-  
ской технологии

*(наименование кафедры)*

  
Н.В. Кувардин

*(подпись, инициалы, фамилия)*

«21» 06 2024 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

*Математические методы обработки экспериментальных данных*

---

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология

*(код и наименование ОПОП ВО)*

Курск-20 24

# 1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

## *Тема 1 Введение*

### *Вопросы для собеседования*

1. Общая характеристика научно-исследовательской работы.
2. Общие требования к постановке и оформлению НИР.
3. Роль и место научно-исследовательского и инженерного эксперимента в НИР.
4. Надежность и воспроизводимость эксперимента.
5. Запись и представление результатов выполненного эксперимента.
6. Последовательно хронологическая запись действий и операций, табличный, графический и комбинированные варианты.
7. Научно-исследовательский эксперимент и научно-исследовательская работа.
8. Рабочая гипотеза и ее правомерность, пути обоснования.
9. Лабораторный, технологический и инженерный эксперимент. Общность и различие понятий.
10. Эксперимент научно-исследовательский, производственный, учебный и демонстрационный.
11. Назначение, цели проведения, характерные признаки, специфика получаемых результатов эксперимента.
12. Кинетический эксперимент и его специфические особенности.
13. Кинетический вариант научно-исследовательского и учебного эксперимента.
14. Эксперимент, направленный на получение новых химических веществ и новых материалов. Специфика и отличительные черты.
15. Специфика научно-исследовательского эксперимента, проводимого в производственных условиях.

## *Тема 2 Обработка результатов выполненного эксперимента*

### *Вопросы для собеседования*

1. Ошибки эксперимента и источники их происхождения. Систематическая и случайная ошибки. Пути их обнаружения и устранения.
  2. Средние значения величины в химии и химической технологии. Средняя арифметическая простая и взвешенная. Медиана. Мода.
  3. Средние значения величины. Средняя логарифмическая и геометрическая. Средняя квадратичная и средняя гармоническая величины.
  4. Математическое ожидание и дисперсия случайной дискретной величины.
  5. Математическое ожидание и дисперсия случайной непрерывной величины.
  6. Плотность распределения и кривая распределения.
  7. Нормальное распределение. Кривая Гаусса и ее характеристика.
  8. Закон распределения ошибок.
  9. Средняя квадратичная ошибка отдельного измерения и среднего арифметического.
  10. Оценка меры точности отдельных измерений и среднего арифметического.
  11. Наибольшая возможная и вероятная ошибка отдельных измерений и среднего арифметического.
  12. Наивероятнейшее значение измеряемой величины.
  13. Функция Лапласа.
  14. Последовательность статистической обработки экспериментальных данных.
  15. Правило трех сигм.
- Вопросы для защиты
1. Основные этапы проведения научно-исследовательского эксперимента и их краткая характеристика.

2. Надежность и воспроизводимость эксперимента.
3. Запись и представление результатов выполненного эксперимента.
4. Последовательно хронологическая запись действий и операций, табличный, графический и комбинированные варианты.
5. Преимущества и недостатки. Рекомендации по использованию различных вариантов хронологической записи действий и операций.
6. Научно-исследовательский эксперимент и научно-исследовательская работа.
7. Актуальность, новизна, практическая значимость, достоверность.
8. Рабочая гипотеза и ее правомерность, пути обоснования.
9. Лабораторный, технологический и инженерный эксперимент. Общность и различие понятий.
10. Эксперимент научно-исследовательский, производственный, учебный и демонстрационный.
11. Назначение, цели проведения, характерные признаки, специфика получаемых результатов эксперимента.
12. Кинетический эксперимент и его специфические особенности.
13. Кинетический вариант научно-исследовательского и учебного эксперимента.
14. Эксперимент, направленный на получение новых химических веществ и новых материалов. Специфика и отличительные черты.
15. Специфика научно-исследовательского эксперимента, проводимого в производственных условиях.
16. Подготовительный этап для проведения эксперимента, его назначение и брутто-структура.
17. Специфика подготовительного этапа в зависимости от типа эксперимента

### ***Тема 3 Ошибки. Источники ошибок эксперимента и их характеристика***

#### ***Вопросы для собеседования***

1. Ошибки эксперимента и источники их происхождения. Систематическая и случайная ошибки. Пути их обнаружения и устранения.
  2. Закон распределения ошибок.
  3. Порядок обработки неравноточных измерений.
  4. Методы обработки неравноточных измерений.
  5. «Вес» наблюдения и принципы его определения.
  6. Общая арифметическая середина неравноточных измерений.
  7. Как исчисляется средняя арифметическая взвешенная?
  8. В каких случаях применяется средняя арифметическая взвешенная?
  9. Варианты обработки рядов неравноточных наблюдений, отличающихся числом измерений в каждом ряду, но при одинаковой точности каждого из отдельных измерений.
  10. Обработка неравноточных наблюдений по принципу статистической обработки экспериментальных данных.
    11. Источники случайный ошибок.
    12. Источники систематических ошибок.
    13. Грубые ошибки или промахи.
    14. Основные виды систематических ошибок.
    15. Различие между случайными и систематическими ошибками.
- Вопросы для защиты
1. О среднем значении и о дисперсии функции нескольких независимых случайных величин.
  2. О неравноточных наблюдениях (измерениях).
  3. Средние значения величин. Средняя логарифмическая
  4. Средние значения величин. Средняя геометрическая.
  5. Мода, медиана. Использование на практике
  6. Медиана. Использование на практике

7. Математическое ожидание и дисперсия случайной дискретной величины.
  8. Нормальное распределение. Закон распределения ошибок.
  9. Средние значения величин. Средняя квадратичная величина.
  10. Средние значения величин. Средняя гармоническая величины.
  11. Наивероятнейшее значение измеряемой величины.
  12. Среднее значение и дисперсия функции нескольких независимых случайных величин.
  13. Точность среднего арифметического.
  14. Средние значения величины. Средняя арифметическая простая и взвешенная. Как исчисляется средняя арифметическая простая и в каких случаях она применяется? Как исчисляется средняя арифметическая взвешенная и в каких случаях она применяется?
  15. Назовите виды статистических показателей. Приведите примеры.
  16. Что понимается под абсолютными статистическими величинами и каково их значение? Приведите примеры абсолютных величин.
  17. Всегда ли для анализа изучаемого явления достаточно одних абсолютных показателей? Что называется относительными показателями?
  18. Каковы основные условия правильного расчета относительной величины? Какие виды относительных величин Вы знаете? Приведите примеры.
  19. Дайте определение средней величины. Какие виды средних величин применяются в статистике? Какие виды средних величин используются чаще всего?
- Задание к выполнению контрольной работы.

### Вариант 1

1. Приведите результаты вычислений молярной массы ( $M$ ) соединения ( $X$ ) и молярной концентрации его раствора с наибольшим возможным числом значащих цифр и укажите какой из участников арифметических действий лимитирует точность результата. Плотность раствора  $\rho$  (кг/дм<sup>3</sup>), массовая доля раствора в процентах ( $\omega$ ) приведены в таблице:

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,005	0,9856
--------------------------------	-------	--------

2. В результате фотометрического анализа получены следующие значения случайных величин: 3, 6, 8, 11, 6, 10, 7, 9, 7, 3, 4, 8, 2, 7, 9, 4, 9, 11, 7, 8, 4, 10, 5, 6, 7. Найти выборочное среднее, дисперсию, моду и медиану.
3. Запись и представление результатов выполненного эксперимента
4. Оценка меры точности и средней квадратичной ошибки отдельных измерений и среднего арифметического.

### Вариант 2

1. При анализе апатита получили следующие данные о содержании в нем P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%): 35,11; 35,14; 35,18; 35,21; 35,42. Установить, является ли последний результат грубой ошибкой.
2. При определении молярной концентрации эквивалента перманганата калия тремя студентами получены следующие результаты (моль/л): 1) 0,1013; 0,1012; 0,1012; 0,1014; 2) 0,1015; 0,1012; 0,1012; 0,1013; 3) 0,1013; 0,1015; 0,1015; 0,1013. Вычислить стандартное отклонение единичного определения.
3. Виды и источники экспериментальных ошибок.
4. Точность среднего арифметического.

### Вариант 3

1. При титровании 5 мл раствора щелочи 0,075 н. раствором соляной кислоты, были получены следующие значения объемов. Определить среднее значение концентрации раствора щелочи.

V, мл	7,3	7,9	7,9	7,0	7,4	7,1	7,2	7,2	7,0	7,5	7,4	7,9	7,2	7,5	7,1	8,0
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

2. При титровании раствора кислоты пипеткой объемом 25 мл с помощью раствора КОН с концентрацией 0,15 моль/л, получены следующие результаты: 15,3; 15,2; 15,7; 14,9; 14,9; 15,0; 15,2; 15,2; 15,3; 14,9; 14,9 мл. Определить среднее значение концентрации кислоты

3. Математическое ожидание и дисперсия случайной дискретной величины.

4. Основные этапы проведения научно-исследовательского эксперимента и их краткая характеристика.

Вариант 4

1. Проведенные при неизменной температуре измерения парциального давления окислов азота над нитрозой, позволили получить значения: 3,52; 3,33; 3,60; 3,36; 3,14; 3,31; 3,34; 3,37; 3,39; 3,44; 3,35; 3,69; 3,12; 3,25.

Определить среднее арифметическое значение этих значений и медиану. Какое из этих значений, по вашему мнению, будет менее надежным и почему?

2. Ситовый анализ молотой руды дал следующие результаты

крупность зерен	550 – 500	500 – 450	450-400	400 – 350	350-300	300 – 250	250-200	200 – 150	150-100
выход,%	14,8	5,0	12,3	8,9	14,2	24,9	13,6	5,9	22,8

Определить величину моды.

3. Средние значения величины. Средняя арифметическая простая и взвешенная.

4. Последовательность статистической обработки экспериментальных данных.

Вариант 5

1. Для полученного ряда значений определить моду, медиану, среднее арифметическое, среднюю геометрическую, среднюю гармоническую. Обосновать выбор той или иной величины для характеристики среднего значения: 0,51; 0,50; 0,51; 0,54; 0,52; 0,55; 0,50; 0,52; 0,50; 0,51; 0,55; 0,52; 0,52; 0,54; 0,53; 0,50; 0,50; 0,54; 0,52; 0,50.

2. При титровании 15 мл раствора щелочи 0,05 н. раствором соляной кислоты, были получены следующие значения объемов. Определить среднее значение концентрации раствора щелочи.

V, мл	7,6	7,9	7,9	7,6	7,4	7,1	7,6	7,2	7,6	7,5	7,6	7,9	7,2	7,5	7,6	8,0
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

3. Математическое ожидание и дисперсия случайной дискретной величины.

4. Эксперимент, направленный на получение новых химических веществ и новых материалов. Специфика и отличительные черты.

Вариант 6

1. Построить кривую распределения Гаусса для ряда значений 0,51; 0,50; 0,51; 0,54; 0,52; 0,55; 0,50; 0,52; 0,50; 0,51; 0,55; 0,52; 0,52; 0,54; 0,53; 0,51; 0,50; 0,51; 0,54; 0,52; 0,55; 0,51; 0,52; 0,51; 0,51; 0,55; 0,51; 0,52; 0,54; 0,53

2. Средние значения измеряемых величин. Для ряда значений 2,6; 2,6; 2,5; 2,6; 2,8; 2,5; 2,6; 2,6; 2,6; 2,8; 2,5; 2,6; 2,7; 2,6; 2,6; 2,7; 2,6; 2,5; 2,6; 2,5; 2,6 медианой является....

3. Назовите виды статистических показателей. Приведите примеры.

4. Различие между случайными и систематическими ошибками.

Вариант 7

1. При титровании 2 мл раствора щелочи 0,12 н. раствором соляной кислоты, были получены следующие значения объемов. Исключить промахи, используя правило 3 сигм и с помощью Q-критерия.

V, мл	5,5	5,9	5,9	5,5	5,4	5,0	5,5	5,5	5,0	5,5	5,5	5,8	5,2	5,5	5,1	6,3	5,6
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

2. При титровании раствора кислоты пипеткой объемом 15 мл с помощью раствора КОН с концентрацией 0,115 моль/л, получены следующие результаты: 15,8; 15,8; 15,7; 15,9; 14,9; 15,4; 15,4; 15,4; 15,3; 14,9; 14,9; 15,4 мл. Определить среднее значение концентрации кислоты

3. Источники случайных и систематических ошибок.

4. Наибольшая возможная и вероятная ошибка отдельных измерений и среднего арифметического. Правило трех сигм.

Вариант 8

1. При титровании 2,55 мл раствора щелочи 0,65 н. раствором соляной кислоты, были получены следующие значения объемов. Определить среднее значение концентрации раствора щелочи и погрешность измерения.

V, мл	7,7	7,9	7,9	7,7	7,4	7,7	7,7	7,7	7,0	7,7	7,7	7,8	7,2	7,5	7,1	8,0	7,6
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

2. При определении молярной концентрации эквивалента перманганата калия получены следующие результаты (моль/л): 1) 0,2613; 0,2612; 0,2612; 0,2614; 2) 0,2615; 0,2612; 0,2612; 0,2613; 0,2613; 0,2615; 0,2615; 0,2613. Вычислить стандартное отклонение единичного определения

3. Варианты обработки рядов неравноточных наблюдений, отличающихся числом измерений в каждом ряду, но при одинаковой точности каждого из отдельных измерений.

4. Нормальное распределение. Кривая Гаусса и ее характеристика.

#### Вариант 9

1. Проведенные при неизменной температуре методом струи измерения парциального давления окислов азота над нитрозой расположены в возрастающем порядке: 3,12; 3,14; 3,25; 3,31; 3,33; 3,34; 3,35; 3,36; 3,37; 3,39; 3,44; 3,52; 3,60; 3,69.

Определить среднее арифметическое значение этих значений и медиану. Какое из этих значений, по вашему мнению, будет менее надежным и почему?

2. Построить кривую распределения Гаусса для ряда значений 2,6; 2,6; 2,5; 2,6; 2,8; 2,5; 2,6; 2,6; 2,6; 2,8; 2,5; 2,6; 2,7; 2,6; 2,6; 2,7; 2,6; 2,5; 2,6; 2,5; 2,6; 2,5; 2,4; 2,8; 2,5; 2,6.

3. Методы обработки неравноточных измерений.

4. Наивероятнейшее значение измеряемой величины.

#### Вариант 10

1. Вычислить стандартное отклонение единичного определения концентрации соляной кислоты, полученные при титровании пипеткой объемом 25 мл стандартного р-ра КОН 0,135 М. Полученные значения 15,3 15,2 15,7 14,9 14,9; 15,0 15,2 15,2 15,3; 14,9; 14,9 ; 15,0; 15,0; 15,1; 15,2 мл

2. При анализе апатита получили следующие данные о содержании в нем  $P_2O_5$  (%): 33,21; 33,74; 33,18; 33,51; 33,74; 33,68; 35,12. Установить, является ли последний результат грубой ошибкой.

3. Средние значения величин. Средняя геометрическая.

4. Систематическая и случайная ошибки. Пути их обнаружения и устранения.

#### Вариант 11.

1. Построить кривую распределения Гаусса для рассчитанного значения концентрации соляной кислоты, полученные при титровании пипеткой объемом 25 мл стандартного р-ра КОН 0,135 М. Полученные значения 7,5 7,6 7,4 7,3 7,2 7,5 7,2 7,5 7,6 7,5 7,3 7,2 7,8 7,5

2. Для ряда значений 2,8; 2,6; 2,5; 2,8; 2,8; 2,5; 2,6; 2,6; 2,8; 2,8; 2,6; 2,6; 2,7; 2,6; 2,4; 2,7; 2,4; 2,5; 2,4; 2,5; 2,6; 2,8 рассчитать моду, медиану, среднюю арифметическую взвешенную.

3. Каковы основные условия правильного расчета относительной величины? Какие виды относительных величин Вы знаете? Приведите примеры.

4. Функция Лапласа.

#### Вариант 12.

1. Построить кривую распределения Гаусса для полученных при титровании объемов щелочи при использовании пипетки объемом 25 мл стандартного р-ра КОН 0,135 М. Полученные значения 7,5 7,6 7,4 7,3 7,2 7,5 7,2 7,5 7,6 7,5 7,3 7,2 7,8 7,5; 7,6; 7,6; 7,6, 7,7.

2. Для ряда значений определить среднее арифметическое, среднее гармоническое, среднее квадратическое, моду и медиану

#### Вариант 13.

1. Для полученного ряда значений определить моду, среднюю геометрическую, среднюю гармоническую. Обосновать выбор той или иной величины для характеристики среднего значения: 0,51; 0,50; 0,51; 0,54; 0,52; 0,55; 0,50; 0,52; 0,50; 0,51; 0,55; 0,52; 0,52; 0,54; 0,53; 0,58; 0,55; 0,54; 0,55; 0,53; 0,52.

2. При титровании 5 мл раствора щелочи 0,2 н. раствором соляной кислоты, были получены следующие значения объемов. Исключить промахи, используя правило 3 сигм и с помощью Q-критерия.

V, мл	5,0	5,2	5,2	5,5	5,4	5,0	5,5	5,3	5,0	5,5	5,3	5,3	5,2	5,5	5,1	6,3	5,3
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

3. Нормальное распределение. Закон распределения ошибок.

4. Математическое ожидание и дисперсия случайной дискретной величины.

Вариант 14.

1. Построить кривую распределения Гаусса для ряда значений 7,5 7,0 7,4 7,3 7,0 7,5 7,2 7,2 7,6 7,5 7,3 7,2 7,8 7,5; 7,6; 7,6; 7,6, 7,7; 7,0; 7,1

2. Для ряда значений 2,3; 2,5; 2,5; 2,5; 2,8; 2,5; 2,6; 2,4; 2,8; 2,8; 2,4; 2,6; 2,7; 2,2; 2,4; 2,7; 2,4; 2,5; 2,2; 2,1; 2,6; 2,1 рассчитать медиану, среднюю арифметическую; среднюю геометрическую.

3. Виды и источники экспериментальных ошибок. Ошибки систематические и случайные.

4. Основные этапы проведения научно-исследовательского эксперимента и их краткая характеристика. Надежность и воспроизводимость эксперимента.

Вариант 15.

1. При титровании 25 мл раствора щелочи 0,2 н. раствором соляной кислоты, были получены следующие значения объемов. Определить среднее значение концентрации раствора щелочи.

V, мл	7,35	7,95	7,91	7,8	7,4	7,6	7,5	7,5	7,9	7,5	7,4	7,9	7,9	7,9	7,1	8,0
-------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

2. Исключить промахи, используя правило 3 сигм и с помощью Q-критерия.

1,12; 1,54; 1,25; 1,28; 1,29; 1,19; 1,28; 1,19; 1,24; 1,22; 1,28; 1,00; 1,19; 1,22

3. Кинетический вариант научно-исследовательского и учебного эксперимента

4. Основные этапы проведения научно-исследовательского эксперимента и их краткая характеристика.

#### **Тема 4 Законы распределения в химии и химической технологии**

##### **Вопросы для собеседования**

1. Последовательность статистической обработки экспериментальных данных.

2. Наивероятнейшее значение измеряемой величины.

3. Функция Лапласа

4. Математическое ожидание и дисперсия случайной дискретной величины.

5. Математическое ожидание и дисперсия случайной непрерывной величины.

6. Плотность распределения и кривая распределения.

7. Нормальное распределение.

8. Кривая Гаусса и ее характеристика.

9. Закон распределения ошибок.

10. Оценка меры точности отдельных измерений и среднего арифметического.

11. Наибольшая возможная и вероятная ошибка отдельных измерений и среднего арифметического. Правило трех сигм.

12. Способы получения точного значения

13. Средняя квадратичная ошибка отдельного измерения и среднего арифметического.

14. Неравноточные наблюдения.

15. Классификация неравноточных наблюдений

Вопросы для защиты

1. Неравноточные наблюдения.

2. Классификация неравноточных наблюдений.

3. Причины происхождения неравноточных измерений.

4. Являются ли неравноточные измерения отрицательной характеристикой деятельности производящих такие измерения людей?

5. «Вес» наблюдения и принципы его определения.

6. Общая арифметическая середина неравноточных измерений.

7. Сущность обработки неравноточных измерений с известным числом, но не одинаковой

точностью отдельных измерений

8. Сущность обработки неравноточных измерений, когда число их неизвестно.

9. Порядок и методы обработки неравноточных измерений.

10. Классификация неравноточных измерений с известным числом их.

11. Сущность обработки неравноточных измерений с известным числом и одинаковой точностью отдельных измерений.

12. Средняя квадратичная ошибка отдельного измерения и среднего арифметического.

13. Правило 3-х сигм.

14. Формы записи среднего значения случайно величины

15. Ошибки при проведении статистической обработки экспериментальных данных

### ***Тема 5 Последовательность обработки экспериментальных данных***

Вопросы для собеседования

1. О среднем значении и о дисперсии функции нескольких независимых случайных величин.

2. О неравноточных наблюдениях (измерениях).

3. Средние значения величин. Средняя логарифмическая

4. Средние значения величин. Средняя геометрическая.

5. Мода, медиана. Использование на практике

6. Медиана. Использование на практике

7. Математическое ожидание и дисперсия случайной дискретной величины.

8. Нормальное распределение. Закон распределения ошибок.

9. Средние значения величин. Средняя квадратичная величина.

10. Средние значения величин. Средняя гармоническая величины.

11. Наивероятнейшее значение измеряемой величины.

12. Среднее значение и дисперсия функции нескольких независимых случайных величин.

13. Точность среднего арифметического.

14. Средние значения величины. Средняя арифметическая простая и взвешенная. Как исчисляется средняя арифметическая простая и в каких случаях она применяется? Как исчисляется средняя арифметическая взвешенная и в каких случаях она применяется?

15. Назовите виды статистических показателей. Приведите примеры.

16. Что понимается под абсолютными статистическими величинами и каково их значение? Приведите примеры абсолютных величин.

17. Всегда ли для анализа изучаемого явления достаточно одних абсолютных показателей? Что называется относительными показателями?

18. Каковы основные условия правильного расчета относительной величины? Какие виды относительных величин Вы знаете? Приведите примеры.

19. Дайте определение средней величины. Какие виды средних величин применяются в статистике? Какие виды средних величин используются чаще всего?

Вопросы для защиты

1. Неравноточные наблюдения.

2. Классификация неравноточных наблюдений.

3. Причины происхождения неравноточных измерений.

4. Являются ли неравноточные измерения отрицательной характеристикой деятельности производящих такие измерения людей?

5. «Вес» наблюдения и принципы его определения.

6. Общая арифметическая середина неравноточных измерений.

7. Сущность обработки неравноточных измерений с известным числом, но не одинаковой точностью отдельных измерений

8. Сущность обработки неравноточных измерений, когда число их неизвестно.



9. Порядок и методы обработки неравноточных измерений.
10. Классификация неравноточных измерений с известным числом их.
11. Сущность обработки неравноточных измерений с известным числом и одинаковой точностью отдельных измерений.
12. Средняя квадратичная ошибка отдельного измерения и среднего арифметического.
13. Правило 3-х сигм.
14. Формы записи среднего значения случайно величины
15. Ошибки при проведении статистической обработки экспериментальных данных

**Задание к выполнению контрольной работы №2.**

Задача 1. Для полученного ряда значений определить среднюю концентрацию (моль/л) со средним арифметическим отклонением

№1			№2			№3			№4			№5		
Пипетка объемом 25 мл (NaOH)	Стандартный р-р соляной кислоты 0,1	15,3	Пипетка объемом 10 мл (HCl)	Стандартный р-р КОН 0,025	3,58	Пипетка объемом 20 мл (CaCl <sub>2</sub> )	Стандартный р-р Трилона Б 0,1	11,2	Пипетка объемом 50 мл (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Стандартный р-р КОН 0,25	16,0	Пипетка объемом 25 мл	Стандартный р-р КОН 0,3	6,5
		15,2			3,65			10,1			13,9			5,9
		15,7			3,47			9,9			14,5			5,9
		15,9			3,30			9,8			13,8			5,9
		14,9			3,21			9,9			16,2			5,5
		15,4			3,54			10,3			16,0			6,1
		15,2			3,29			10,3			15,3			6,0
		16,2			3,98			10,4			14,3			5,8
		15,3			3,67			10,2			14,2			6,2
		15,6			3,60			9,9			13,9			6,3
		14,9			3,38			9,9			15,4			5,9
		16,2			3,27			11,2			16,0			6,2
		15,4			3,02			11,3			16,3			6,4
		15,3			3,0			12,3			14,8			5,9
		16,4			3,89			9,9			13,8			5,5
№6			№7			№8			№9			№10		
Пипетка объемом 2 мл (HCl)	Стандартный р-р КОН 0,012	9,2	Пипетка объемом 2 мл (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Стандартный р-р КОН 0,08	13,9	Пипетка объемом 5 мл (CaCl <sub>2</sub> )	Стандартный р-р Трилона Б 0,025	12,0	Пипетка объемом 100 мл (J <sub>2</sub> )	Стандартный р-р Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,5	2,8	Пипетка объемом 25 мл (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Стандартный р-р КОН 0,51	13,7
		8,9			15,1			12,8			2,5			13,8
		7,8			15,2			12,4			2,4			13,7
		8,7			15,0			12,3			2,9			12,6
		8,2			15,3			12,1			3,2			13,4
		8,9			15,6			11,0			2,9			12,9
		8,8			15,0			11,5			3,4			13,4
		8,9			15,2			11,8			3,0			13,3
		9,1			15,4			11,7			3,2			13,6
		8,5			15,8			11,9			2,9			12,8
		8,6			15,7			12,0			2,7			13,7
		8,8			15,8			12,1			2,6			12,9
		8,8			13,9			13,0			3,4			13,2
		9,1			14,8			12,3			2,9			13,9
		8,9			14,7			12,5			2,8			12,8
№11			№12			№13			№14			№15		
Пипетка объемом 25 мл (HCl)	Стандартный р-р КОН 0,25	9,3	Пипетка объемом 2 мл (J <sub>2</sub> )	Стандартный р-р Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,2	10,9	Пипетка объемом 50 мл (CaCl <sub>2</sub> )	Стандартный р-р Трилона Б 0,2	2,0	Пипетка объемом 100 мл (J <sub>2</sub> )	Стандартный р-р Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,05	12,8	Пипетка объемом 25 мл (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Стандартный р-р КОН 0,25	3,7
		9,9			10,1			2,8			12,5			3,8
		9,8			10,2			2,4			12,4			3,7
		9,7			10,0			2,3			12,9			3,6
		10,2			10,3			2,1			13,2			3,4
		9,9			10,6			2,0			12,9			3,9
		9,8			10,0			2,5			12,4			3,4
		9,9			10,2			2,8			13,0			3,3
		10,1			10,4			2,7			12,2			3,6
		9,5			9,8			2,9			12,9			2,8
		9,6			9,7			3,0			12,7			3,7
		9,8			9,8			2,1			12,6			2,9
		9,8			10,9			3,0			12,4			3,2

	10,1			10,8			2,7			12,9			3,9
	9,9			10,7			2,5			12,8			3,8

Задача 2.

Вариант 1 При определении серы в пробе каменного угля получили следующие содержания (%): 2,15; 2,12; 2,17; 2, 12; 2,00; 1,99; 2,15; 2,20. Найдите среднеарифметическое, дисперсию, медиану и моду.

Вариант 2. При определении сульфат-иона гравиметрическим методом были получены следующие данные о содержании  $\text{SO}_4^{2-}$  (%): 15,51; 15,45; 15,48; 15,58; 16,21. Определить, является ли последний результат грубой ошибкой.

Вариант 3. Приведите результаты вычислений молярной массы ( $M$ ) соединения ( $X$ ) и молярной концентрации его раствора с наибольшим возможным числом значащих цифр и укажите какой из участников арифметических действий лимитирует точность результата. Плотность раствора  $\rho$  (кг/дм<sup>3</sup>), массовая доля раствора в процентах ( $\omega$ ) приведены в таблице:

$\text{Na}_2\text{CO}_3$	1,085	8,35
--------------------------	-------	------

Вариант 4. При определении содержания марганца в почве получили следующие результаты (%):  $5,3 \cdot 10^{-2}$ ;  $5,9 \cdot 10^{-2}$ ;  $7,3 \cdot 10^{-2}$ ;  $12,0 \cdot 10^{-2}$ ;  $6,9 \cdot 10^{-2}$ ;  $4,3 \cdot 10^{-2}$ ;  $3,8 \cdot 10^{-2}$ ;  $6,3 \cdot 10^{-2}$ ;  $10,0 \cdot 10^{-2}$ ;  $4,8 \cdot 10^{-2}$ . Вычислить стандартное отклонение и доверительный интервал среднего значения (для  $n = 0,95$ ).

Вариант 5. При определении свинца в сплаве получили следующие содержания (%): 17,1; 17,2; 17,7; 16,9; 17,0; 17,2; 17,1, 17,3; 17,2. Найдите среднеарифметическое, дисперсию, медиану и моду.

Вариант 6. При исследовании раствора получили следующие значения pH: 5,48; 5,45; 5,30; 5,50; 5,55. Определить, является ли значение pH = 5,30 грубой ошибкой.

Вариант 7. Приведите результаты вычислений молярной массы ( $M$ ) соединения ( $X$ ) и молярной концентрации его раствора с наибольшим возможным числом значащих цифр и укажите какой из участников арифметических действий лимитирует точность результата. Плотность раствора  $\rho$  (кг/дм<sup>3</sup>), массовая доля раствора в процентах ( $\omega$ ) приведены в таблице:

$\text{HClO}_4$	1,120	18,88
-----------------	-------	-------

Вариант 8. При фотометрическом определении меди в растворе получили следующие результаты (г/л):  $5,1 \cdot 10^{-3}$ ;  $5,5 \cdot 10^{-3}$ ;  $5,4 \cdot 10^{-3}$ ;  $5,8 \cdot 10^{-3}$ ;  $5,2 \cdot 10^{-3}$ . Вычислить стандартное отклонение единичного определения и доверительный интервал среднего значения (для  $n = 0,95$ ).

Вариант 9. При определении свинца в сплаве получили следующие содержания (%): 27,1; 27,2; 27,7; 26,9; 27,0; 27,2; 27,1, 27,3; 27,2; 27,2; 27,2; 27,2. Найдите среднеарифметическое, дисперсию, медиану и моду.

Вариант 10. Приведите результаты вычислений молярной массы ( $M$ ) соединения ( $X$ ) и молярной концентрации его раствора с наибольшим возможным числом значащих цифр и укажите какой из участников арифметических действий лимитирует точность результата. Плотность раствора  $\rho$  (кг/дм<sup>3</sup>), массовая доля раствора в процентах ( $\omega$ ) приведены в таблице:

$\text{HNO}_3$	1,385	63,72
----------------	-------	-------

Вариант 11. При анализе брома в рассоле получили следующие значения (мг/л): 23,1; 23,3; 23,1; 23,0; 23,8; 23,5; 23,7; 23,0 23,1. Найдите среднеарифметическое, дисперсию, медиану и моду.

Вариант 12. При определении сурьмы в сплаве объемным методом получили следующие данные (%): 11,95; 12,03; 1,98; 12,04. Вычислить стандартное отклонение единичного определения и доверительный интервал среднего значения (для  $n = 0,95$ ).

Вариант 13. При анализе топаза получили следующие данные о содержании в нем  $Al_2O_3$ ,%: 53,96; 54,15; 54,05; 54,03; 54,32. Установить, является ли последний результат грубой ошибкой.

Вариант 14. При определении марганца в сплаве получили следующие содержания (%): 10,1; 10,2; 10,5; 10,9; 10,0; 9,2; 9,8; 10,3; 10,2. Найдите среднеарифметическое, дисперсию, медиану и моду.

Вариант 15. При определении сульфат ионов в сухом образце гравиметрическим методом получены следующие данные массовой доли оксида серы (VI) (%): 45,51; 45,45; 45,57; 46,15. Содержат ли результаты грубую погрешность?

Задача 3. Для полученного ряда проверить наличие промахов в выборке результатов

№	Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3	Ряд 4	Ряд 5	Ряд 6	Ряд 7	Ряд 8	Ряд 9	Ряд 10
1	5,72	5,72	5,09	5,19	5,72	5,14	5,45	5,33	5,72	5,21
2	6,85	6,85	6,93	6,54	6,95	6,83	6,88	5,87	6,25	6,21
3	15,9	15,3	15,1	15,5	15,5	15,6	15,6	15,3	15,3	15,0
4	5,53	5,53	5,72	5,10	5,73	5,68	5,59	5,67	5,61	5,14
5	51,5	52,5	51,4	52,3	53,1	52,5	51,7	55,0	51,0	54,1
6	25,5	25,7	25,5	26,8	27,3	25,7	25,6	25,7	20,1	22,3
7	75,8	75,8	76,8	75,2	75,9	75,6	75,8	75,3	73,5	72,8
8	0,92	0,91	0,88	0,96	0,92	0,93	0,94	0,85	0,87	0,90
9	2,54	2,56	2,87	2,98	2,64	2,31	2,57	2,68	2,98	2,16
10	4,47	4,57	4,63	4,25	4,15	4,68	4,98	4,06	4,35	4,67
11	6,53	6,53	6,72	6,10	6,63	6,68	6,69	6,67	5,91	6,94
12	0,62	0,61	0,68	0,66	0,66	0,68	0,74	0,65	0,67	0,60
13	7,18	7,19	7,20	7,21	7,15	7,15	7,16	7,16	7,17	7,12
14	0,15	0,13	0,12	0,12	0,16	0,18	0,18	0,10	0,21	0,20
15	0,031	0,035	0,034	0,031	0,039	0,039	0,031	0,031	0,031	0,036

#### Вопросы для собеседования

1. Как проводится оценка надежности выполненных измерений?
2. Критерий F и его применение при проверке гипотез
3. Таблицы функций F и правила пользования ими.
4. Показать, что расчет дисперсии по формуле не зависит от численного значения величины A в разности  $x_{(i)} = X_{(i)} - A$ .

$$\sigma^2 = \frac{\sum x_{(i)}^2 - \frac{(\sum x_{(i)})^2}{n}}{n-1}$$

5. Показать, что расчет дисперсии по формулам (а) и (в) приводит к эквивалентным результатам

$$\sigma^2 = \frac{\sum x_{(i)}^2 - \frac{(\sum x_{(i)})^2}{n}}{n-1} \quad (\text{а}) \quad \text{и} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}} \quad (\text{в}).$$

6. Число степеней свободы для критерия F при выполнении практических задач.
7. Критерий Стьюдента и его применение на практике при проверке гипотез.
8. Какие задачи решаются с помощью распределения Стьюдента?
9. В чем сущность распределения Стьюдента и чем оно отличается от нормального распределения?
10. Таблицы Стьюдента и правила пользования ими.
11. Выражение для критерия Стьюдента при проверке различий между двумя средними.

12. Число степеней свободы при проверке гипотезы о наличии различия между двумя средними.

13. Области преимущественного использования распределения Стьюдента.

14. В чем сущность проверки значимости с помощью  $\chi^2$  критерия?

15. В каких случаях используют  $\chi^2$  критерий?

16. Специфика  $\chi^2$  распределения и его отличие от нормального распределения.

### Задание к выполнению контрольной работы. №3

#### №1

1. Неравноточные наблюдения. Способы их обработки.

2. Критерий Стьюдента и его применение на практике..

3. Проведенные при неизменной температуре методом струи измерения парциального давления окислов азота над нитрозой расположены в возрастающем порядке:

3,12; 3,14; 3,25; 3,31; 3,33; 3,34; 3,35; 3,36; 3,37; 3,39; 3,44; 3,52; 3,60; 3,69.

Определить среднее арифметическое значение этих значений и медиану. Какое из этих значений, по вашему мнению, будет менее надежным и почему?

#### №2

1. Средние значения величин. Средняя квадратичная и средняя гармоническая величины.

2. Критерий  $\chi^2$  и области его использования

3. Для полученного ряда значений определить моду, медиану, среднее арифметическую, среднюю геометрическую, среднюю гармоническую. Обосновать выбор той или иной величины для характеристики среднего значения:

0,51; 0,50; 0,51; 0,54; 0,52; 0,55; 0,50; 0,52; 0,50; 0,51; 0,55; 0,52; 0,52; 0,54; 0,53

#### №3

1. Средние значения величины. Средняя арифметическая простая и взвешенная. Медиана. Мода.

2. Распределение и критерий Стьюдента. Области их использования

3. Ситовый анализ молотой руды дал следующие результаты:

крупность зерен 550 – 500; 500 – 450; 450- 400; 400 – 350; 350- 300; 300 – 250; 250- 200; 200 – 150; 150-100

выход,%                    3,8      5,0      6,5      8,9      14,2      24,9   13,6   5,9      2,8

Определить величину моды.

#### №4

1. Критерий F и его применение при проверке гипотез.

2. Абсолютная и относительная погрешности приближенного значения величин. Предельная абсолютная и относительные погрешности

3. Обработка выполненных 16 измерений дали величину  $\sum(\bar{x} - x_i)^2 = 1614$ . Исходя из этих данных, определить среднеквадратичные ошибки измерения и среднего арифметического, наибольшую возможную ошибку отдельных измерений, а также вероятные ошибки отдельных наблюдений и среднего арифметического.

#### №5

1. Виды и источники экспериментальных ошибок. Ошибки систематические и случайные. Различия между ними.

2. Статистическая обработка экспериментальных данных.

3. При титровании 5 мл раствора щелочи 0,15 н. раствором соляной кислоты, были получены следующие значения объемов. Определить среднее значение концентрации раствора щелочи и погрешность измерения.

V, мл	7,7	7,9	7,9	7,7	7,4	7,7	7,7	7,7	7,0	7,7	7,7	7,8	7,2	7,5	7,1
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

#### №6

1. Нормальное распределение. Закон распределения ошибок.

2. Средние значения величины. Средняя арифметическая простая и взвешенная. Медиана. Мода.

3. При титровании 5 мл кислоты НА водным раствором щелочи с концентрацией 0,01 моль/л, были получены следующие значения. Определите среднее значение концентрации кислоты и среднее квадратичное отклонение среднего арифметического

Объем, мл	7,2	7,3	7,0	7,2	7,3	7,3	7,3	7,2	7,1
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

№7

1. Наибольшая возможная и вероятная ошибка измерений. Правило трех сигм.
2. Способ наименьших квадратов, его сущность и области применения.
3. При титровании 2 мл кислоты НА водным раствором щелочи с концентрацией 0,05 моль/л, были получены следующие значения

Объем, мл	12,2	12,4	12,5	12,4	12,3	12,3	11,9	12,8	12,2
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Определите среднее значение концентрации кислоты и среднее квадратичное отклонение среднего арифметического

№8

1. Виды и источники экспериментальных ошибок. Ошибки систематические и случайные. Различия между ними
2. Плотность распределения и кривая распределения. Нормальное распределение.
3. Для ряда значений определить среднее арифметическое, среднее гармоническое, среднее квадратическое, моду и медиану

12,2	12,4	12,5	12,4	12,3	12,3	11,9	12,8	12,2	12,3	12,0
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

№9

1. Неравноточные наблюдения. Способы их обработки
2. Точность среднего арифметического.
3. Для ряда значений определить среднюю арифметическую взвешенную, среднюю гармоническую, среднюю квадратическую, моду и медиану

7,18	7,19,7,20	7,20	7,21	7,18	7,18	7,16	7,16	7,17	7,18,	7,19
------	-----------	------	------	------	------	------	------	------	-------	------

№10

1. Плотность распределения и кривая распределения. Нормальное распределение.
2. Оценка меры точности и средней квадратичной ошибки отдельных измерений и среднего арифметического.
3. При титровании 15 мл кислоты НА водным раствором щелочи с концентрацией 0,25 моль/л, были получены следующие значения. Определите среднее значение концентрации кислоты и среднее квадратичное отклонение среднего арифметического

Объем, мл	10,2	10,3	10,3	10,1	10,1	10,0	10,4	10,4	10,2
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

№11

1. О среднем значении и о дисперсии функции нескольких независимых случайных величин.
2. Приведение условных уравнений к нормальным в рамках метода наименьших квадратов.
3. Сравнить точность двух рядов измерений концентрации кислоты разными способами
  - а) Пипетка объемом 25 мл, стандартный р-р КОН 0,1. Полученные значения 15,3 15,2 15,7 14,9 14,9 15,0 15,2 15,2 15,3
  - б) Пипетка объемом 10 мл, р-р КОН 0,08. Полученные значения 7,5 7,6 7,4 7,3 7,2 7,5 7,2 7,5 7,6 7,5 7,3

№12

1. Оценка меры точности и средней квадратичной ошибки отдельных измерений.
2. Задачи и сущность первичной обработки экспериментальных данных.

3. Концентрацию раствора кислоты определяли двумя различными методами. При этом были получены следующие значения.

А) моль/л: 0,11; 0,11; 0,12; 0,14; 0,11; 0,12; 0,115; 0,13; 0,13; 0,12; 0,11

Б) моль/л: 0,10; 0,11; 0,12; 0,12; 0,11; 0,10; 0,095; 0,095; 0,10

Сравнить точность двух рядов измерений

#### №13

1. Наибольшая возможная и вероятная ошибка измерений. Правило трех сигм.
2. Средние значения величин. Средняя квадратичная и средняя гармоническая величины.
3. Для полученного ряда значений определить моду, медиану, среднее арифметическую, среднюю геометрическую, среднюю гармоническую. Обосновать выбор той или иной величины для характеристики среднего значения:

0,51; 0,50; 0,51; 0,54; 0,52; 0,55; 0,50; 0,52; 0,50; 0,51; 0,55; 0,52; 0,52; 0,54; 0,53

#### №14

1.. Вертикальный цилиндрический резервуар наполнен жидкостью. Определить время, необходимое для опорожнения резервуара через круглое отверстие в днище. Данные для расчета: диаметр резервуара  $D = 1 \pm 0,01$  м, высота уровня жидкости  $H = 2 \pm 0,02$  м, диаметр отверстия в днище  $d = 0,03 \pm 0,001$  м; коэффициент расхода  $\alpha = 0,61 \pm 0,02$ .

2. Обработка выполненных 16 измерений дали величину  $\sum(\bar{x} - x_i)^2 = 1614$ . Исходя из этих данных, определить среднеквадратичные ошибки измерения и среднего арифметического, наибольшую возможную ошибку отдельных измерений, а также вероятные ошибки отдельных наблюдений и среднего арифметического.

3. Для одной и той же величины имеется 250 наблюдений со средней квадратичной ошибкой 3 и 400 наблюдений со средней квадратичной ошибкой 5. Вычислить среднюю квадратичную ошибку для среднего арифметического каждой серии наблюдений и среднюю квадратичную ошибку разности между этими средними.

#### №15

1. Определить абсолютную погрешность  $\ln 3,45$ , если абсолютная погрешность числа равна 0,01 и относительную погрешность разности чисел 538,5 и 537,5, если относительные погрешности этих чисел равны 0,01%.

2. Выпуск сверхплановой продукции в условных единицах по сменам А, В и С распределился следующим образом: смена А.....1 В.....7 С.....7.

Вводя гипотезу, что расхождение между количеством сверхпланового выпуска по сменам является случайным, рассчитать критерий  $\chi^2$  и найти вероятность правомерности утверждения в выбранной гипотезе.

3. Для одной и той же величины имеется 250 наблюдений со средней квадратичной ошибкой 3 и 400 наблюдений со средней квадратичной ошибкой 5. Вычислить среднюю квадратичную ошибку для среднего арифметического каждой серии наблюдений и среднюю квадратичную ошибку разности между этими средними.

Вопросы для собеседования и защиты

1. В чем сущность проверки значимости с помощью  $\chi^2$  критерия?
2. В каких случаях используют  $\chi^2$  критерий?
3. Специфика  $\chi^2$  распределения и его отличие от нормального распределения.
4. Формула для определения  $\chi^2$  критерия и смысл входящих в нее составляющих.
5. Роль гипотезы при определении математического ожидания числа событий.
6. Число степеней свободы при использовании  $\chi^2$  критерия.
7. Примеры гипотез, вводимых при подсчете  $\chi^2$  критерия. Всегда ли вводимая гипотеза должна быть истинной?
8. Что значит, что суммирование при расчете  $\chi^2$  критерия производится по всем исходам опыта?
9. Таблица функций  $\chi^2$  критерия. Правила пользования таблицей на практике.
10. Какую вероятность следует считать малой, а какую - большой? Какой следует

вывод, если найденная по таблице функций  $\chi^2$  вероятность мала?

11. Какой следует вывод, если найденная по таблице функций  $\chi^2$  вероятность велика? Покажите на примере нескольких гипотез.

12. В чем сущность и техника операций приведения нелинейных уравнений к случаю линейных?

13. Система нормальных уравнений и ее получение.

14. Техника операций приведения условных уравнений к нормальным.

15. Средняя квадратичная ошибка неизвестного переменного, найденного по методу наименьших квадратов.

16. Доверительные границы найденных способом наименьших квадратов значений и их определение.

17. Проведение прямой через заданные точки в рамках метода наименьших квадратов.

18. Эмпирические формулы. Принцип подбора типа эмпирической формулы.

19. Способ наименьших квадратов в обработке экспериментальных данных. Сущность метода и области его использования.

Шкала оценивания вопросов для собеседования и ответов на вопросы по лабораторным:

5-балльная. Критерии оценивания:

5 баллов (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

4 балла (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

3 балла (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

2 балла (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя

**Критерии оценивания контрольных работ.**

Шкала перевода в пятибалльную систему оценки

- Отметка «5» ставится за выполнение 90-100% работы.  
Отметка «4» ставится за выполнение 70-89 % работы;  
Отметка «3» ставится за выполнение 50-69%  
Отметка «2» ставится за выполнение менее 50%,

## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУ- ТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1 Генеральная совокупность – это....

- ОТВЕТ:** 1) набор всех мыслимых значений случайной величины  
2) ограниченный набор значений случайной величины  
3) большое количество значений случайной величины  
4) часть значений СВ, принадлежащих генеральной совокупности

2 Случайная погрешность:

- ОТВЕТ:** 1) погрешность, превосходящая все предыдущие погрешности измерений  
2) составляющая погрешности случайным образом изменяющаяся при повторных измерениях  
3) разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины  
4) абсолютная погрешность, деленная на действительное значение

3. Коэффициент Стьюдента зависит от:

- ОТВЕТ:** 1) среднего арифметического 2) стандартного отклонения  
3) числа измерений 4) дисперсии

4 Прибор, используемый для измерений, имеет определенную точность. Какой это тип ошибок и можно ли их обрабатывать статистически:

- ОТВЕТ:** 1)случайная, да 2)случайная, нет 3)систематическая, да 4)систематическая, нет

5 Медиана в ряду распределения с четным числом членов ряда равна:

- ОТВЕТ:** 1) полусумме двух крайних членов  
2) полусумме двух срединных членов  
3) среднего арифметического первого и последнего члена распределения

6 Показатель дисперсии - это:

- ОТВЕТ:** 1) квадрат среднего отклонения 2)средний квадрат отклонений  
3)отклонение среднего квадрата 4)мода

7 Q-критерий для выявления грубых ошибок используется, когда объем выборки:

- ОТВЕТ:** 1) больше ста 2) меньше десяти 3) от десяти до ста 4) от ста до двухсот

8 Мера разброса данных относительно среднего:

- ОТВЕТ:** 1)дисперсия 2)среднее значение 3)математическое ожидание 4)доверительный интервал

9 При возведении числа в степень относительная недостоверность результата:

- ОТВЕТ:** 1)увеличивается в число раз, равное степени  
2) уменьшается в число раз, равное степени  
3) увеличивается в число раз, равное основанию  
4) уменьшается в число раз, равное основанию

10 Две значащие цифры имеет число: **ОТВЕТ:** 1) 125,4 2) 0,012 3)  $2 \cdot 10^{-1}$  4)  $3,51 \cdot 10^3$

11 Если погрешность измерения объема 1 мл, то объем мерной колбы вместимостью 200мл в нормальном виде будет:

- ОТВЕТ:** 1)  $2,00 \cdot 10^2$  2)  $20 \cdot 10^1$  3) 200 4)  $0,2 \cdot 10^3$

12 Масса вещества 7,7 г, полученная на деппферных весах записывается:

- ОТВЕТ:** 1) 7,7г 2) 7,700г 3) 7,7000г 4) 7,70г

13 Величина относительной ошибки, если истинное значение величины 60, а среднее экспериментальное – 59 равна:



**ОТВЕТ:** 1) 1,0%                      2)1,67%              3) 1,7%              4) 1,22%  
14 Величина среднего квадратичного отклонения, если значения отклонений: 10; 20; 0; -10; -20 равна:

**ОТВЕТ:** 1) 14,14              2)15,81              3)200              4)31,67

15 Выборка из генеральной совокупности это....

**ОТВЕТ:** 1) набор всех мыслимых значений случайной величины  
2) большое количество значений случайной величины  
3) часть значений СВ, принадлежащих генеральной совокупности  
4) ограниченный набор значений случайной величины

16 Систематическая погрешность:

**ОТВЕТ:** 1) не зависит от значения измеряемой величины  
2) зависит от значения измеряемой величины  
3) составляющая погрешности повторяющаяся в серии измерений  
4) разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины

17 Гипотеза о равенстве двух средних значений проверяется при помощи:

**ОТВЕТ:** 1) критерия Кохрена    2) критерия Бартлетта    3) t – критерия    4)  $\chi^2$  – критерия

18 Уровень доверительной вероятности, используемой в аналитической химии:

**ОТВЕТ:** 1)90%                      2)95%                      3)100%                      4)80%

19 Среднеквадратическое отклонение характеризует

**ОТВЕТ:** 1) взаимосвязь данных                      2) разброс данных  
3) динамику данных                      4) отклонение от среднего арифметического

20. Число экспериментов, которое надо выполнить, чтобы использовать наиболее реальную величину критерия Стьюдента равно:

**ОТВЕТ:**              1) 3              2) 5              3) 1              4)10

#### **Шкала оценивания результатов тестирования:**

в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6). Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по дихотомической шкале
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по дихотомической шкале
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

#### **Критерии оценивания результатов тестирования:**

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – 2 балла, не выполнено – 0 баллов

**Задание в закрытой форме:**

1. Мерой разброса данных относительно среднего не является:

- ОТВЕТ:** 1) дисперсия 2) относительное стандартное отклонение  
3) среднее значение 4) абсолютное стандартное отклонение

2. Наиболее правильное расположение прямой градуировочного графика определяется:

- ОТВЕТ:** 1) методом наименьших квадратов 2) коэффициентом корреляции  
3) нормальным распределением 4) коэффициентом Фишера

3. Три значащие цифры имеет число:

- ОТВЕТ:** 1) 125,4 2) 0,012 3)  $2 \cdot 10^{-1}$  4)  $3,51 \cdot 10^3$

4. Если погрешность миллиамперметра  $1 \cdot 10^{-6}$  А, то в результате измерения силы тока 0,00576 А нужно оставить цифр:

- ОТВЕТ:** 1) все 2) три 3) четыре 4) две

5. Масса вещества 5,5 г, полученная на технических весах записывается:

- ОТВЕТ:** 1) 5,5г 2) 5,500г 3) 5,5000г 4) 5,50г

6. Величина абсолютной ошибки, если истинное значение величины равно 5,0, а среднее экспериментальное – 5,2 равно:

- ОТВЕТ:** 1) 0,2 2) 0,04 3) -0,2 4) -0,04

7. Величина среднего квадратичного отклонения, если значения отклонений равны 1, 2, 0, -1, -2 равна:

- ОТВЕТ:** 1) 0 2) 1,4 3) 1,58 4) 0

8. Наиболее правильное расположение прямой градуировочного графика определяется:

- ОТВЕТ:** 1) методом наименьших квадратов 2) коэффициентом корреляции  
3) нормальным распределением 4) коэффициентом Фишера

9. СВ называется непрерывной, если на некотором отрезке принимает

- ОТВЕТ:** 1) счетное ограниченное число значений 2) несчетное число значений  
3) счетное бесконечное число 4) нет верного ответа

10. Ошибки, которые в химическом анализе нельзя исключить:

- ОТВЕТ:** 1) систематические 2) промахи 3) случайные 4) субъективные

11. Значимость различий между выявленным в результате исследования и теоретическим количеством исходов определяется:

- ОТВЕТ:** 1) критерием Кохрена 2) критерием Бартлетта 3) t-критерия 4)  $\chi^2$ -критерия

12. Ошибки, оценивающиеся методами математической статистики:

- ОТВЕТ:** 1) случайные 2) систематически 3) грубые 4) визуальные

13. Средне квадратическое отклонение исчисляется как

- ОТВЕТ:** 1) корень квадратный из медианы 2) корень квадратный из коэффициента вариации  
3) корень квадратный из дисперсии 4) корень квадратный из среднеарифметического

14. Связь между Y и X характеризует коэффициент корреляции:

- ОТВЕТ:** 1) линейный 2) частный 3) множественный 4) единичный

15. Близость результатов при постановке внутрилабораторного эксперимента показывает:

- ОТВЕТ:** 1) повторяемость 2) дисперсия 3) воспроизводимость 4) ковариация

**Задание в открытой форме:**

1. Генеральная совокупность – это \_\_\_\_\_

2. Случайная погрешность: – это \_\_\_\_\_

3. Показатель дисперсии – это \_\_\_\_\_

4. Воспроизводимость - \_\_\_\_\_ данных относительно среднего значения.

5. Мера разброса данных относительно среднего \_\_\_\_\_

6. Выборка из генеральной совокупности это.... \_\_\_\_\_

7. Систематическая погрешность – это \_\_\_\_\_

8. Среднеквадратическое отклонение – это \_\_\_\_\_

9. Воспроизводимость характеризует степень рассеяния данных относительно \_\_\_\_\_ .

10 Для суммы величин абсолютная погрешность равна \_\_\_\_\_ абсолютных погрешностей слагаемых.

11. Средне квадратическое отклонение это \_\_\_\_\_

12 Коэффициент корреляции  $r$  выражает меру \_\_\_\_\_ зависимости между двумя случайными величинами к строгой \_\_\_\_\_ зависимости.

13 Метод наименьших квадратов это \_\_\_\_\_

14 Абсолютная погрешность измерения – это \_\_\_\_\_

15 Корреляция – это....

**Задание на установление соответствия:**

1 Найдите соответствия между параметрами

1	Эксперимент	А	объяснение явлений и фактов в рамках открытых законов и действующих теорий.
2	Физический эксперимент	Б	это определенный реальный набор и последовательность действий над оригиналом или натурной моделью, либо с участием оригинала или его натурной модели для достижения конкретной заранее поставленной цели.
3	Прикладные исследования	В	способ познания природы, заключающийся в изучении природных явлений в специально созданных условиях. В
4	Научно-исследовательская работа	Г	на основе результатов фундаментальных исследований разрабатываются научные методы и технологии, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие соответствующей отрасли знаний

2 Найдите соответствия между параметрами

1	Демонстрационный эксперимент	А	Научить человека каким-то операциям, приемам, способам и т.д. достижения конкретно оговоренного результата; дать обучаемому определенный набор навыков и приемов
2	Учебный эксперимент	Б	Получать новые знания
3	Инженерный эксперимент	В	Обратить внимание людей, что что-то может быть достигнуто в определенных, чаще всего в окружающих нас условиях
4	Научно-исследовательский эксперимент	Г	Решить конкретный инженерно-технологический вопрос, связанный с промышленными и иными формами производств.

3 Найдите соответствия между параметрами

1	контроль входной	А	контролируется изменение характеристик по ходу протекания эксперимента
2	контроль текущий	Б	контролируется, что получено в момент естественного или искусственного прекращения эксперимента
3	контроль выходной	В	контролируются факторы перед началом эксперимента

4 Найдите соответствия между параметрами

1	Подготовительный этап эксперимента	А	приведение полученных по ходу протекания эксперимента результатов измерения величин в определенную систему, к которой можно легко вернуться в любой момент времени и использовать для дальнейших анализов и интерпретаций
2	Серийный эксперимент	Б	выбор объекта исследования, методики, аппаратного оформления
3	Первичная обработка результатов эксперимента	В	функциональная и количественная оценка влияния каждого фактора воздействия на рассматриваемый процесс.

4	Вторичная обработка результатов эксперимента	Г	непосредственно проверяются, доказываются или опровергаются гипотезы, связанные с экспериментом
---	--	---	---

5 Найдите соответствия между параметрами

1	аналитический сигнал	А	появление осадка, окраски, линии в спектре
2	аналитический сигнал фона	Б	среднее из измерений физической величины на заключительной стадии анализа, функционально связанной с содержанием определяемого компонента
3	Величина аналитического сигнала	В	обусловленный примесями определяемого компонента и мешающими компонентами
4	шум	Г	это всякий неблагоприятно воспринимаемый звук

6 Найдите соответствия между параметрами

1	появление осадка, окраски, линии в спектре	А	Величина аналитического сигнала
2	совокупность действий для определения отношения одной (измеряемой) величины к другой однородной величине, принятой всеми участниками за единицу, хранящуюся в техническом средстве	Б	аналитический сигнал
3	масса осадка, сила тока, интенсивность линии спектра	В	измерение

7 Найдите соответствия между параметрами

1	метод градуировочного графика	А	измеряют аналитический сигнал в эталонном образце (образце сравнения) с известным содержанием компонента и в анализируемой пробе
2	метод стандартов	Б	на сравнении свойства исследуемого раствора и этого же раствора с добавкой известного количества определяемого вещества.
3	метод добавок	В	приём нахождения неизвестной концентрации ( $C_x$ ) по величине аналитического сигнала пробы путем построения графика
4		Г	

8 Найдите соответствия между параметрами

1	Систематическая ошибка	А	погрешность, резко искажающая результат анализа, вызванная небрежностью или некомпетентностью работника, обычно легко обнаруживаемая.
2	Случайная ошибка	Б	возникают в результате серьезных отклонений от стандартных условий эксперимента.
3	Промех	В	при последовательных измерениях одной и той же величины получают различные числовые значения, причины появления их неизвестны, сами ошибки могут быть оценены методами математической статистики.
4	Грубые ошибки	Г	среднее значение последовательных отсчетов отклоняется от известного точного значения и продолжает отклоняться независимо от числа последовательных отсчетов.

9 Найдите соответствия между параметрами

1	Случайная ошибка	А	Не устранимы, но могут быть уменьшены за счет аккуратности в работе
2	Систематическая ошибка	Б	Источник—неопределенность результатов (персонального, инструментального или методического происхождения).
3	Грубые ошибки	В	Проявляются как расхождение между средним и истинным значением

4	Промех	Г	возникают в результате серьезных отклонений от стандартных условий эксперимента.
---	--------	---	--

10 Найдите соответствия между параметрами

1	инструментальные погрешности	А	погрешности отбора пробы, методы перевода в форму, удобную для анализа и т.д.
2	методические погрешности	Б	обусловлена несовпадением показателя титрования рТ применяемого индикатора и, следовательно, рН в конце титрования с величиной рН в точке эквивалентности
3	индикаторная ошибка	В	погрешность, связанная с инструментом для измерения аналитического сигнала.
4	реактивная погрешность	Г	погрешность, возникающая за счет недостаточной чистоты реактивов, а также загрязнения воздуха рабочего помещения

11 Найдите соответствия между параметрами

1	Воспроизводимость	А	рассеяние результатов параллельных определений
2	Смещение	Б	качество измерения, отражающее близость к нулю систематической погрешности
3	сходимость	В	характеризует степень близости друг к другу единичных измерений или рассеяние единичных результатов относительно среднего, полученных разными методами, в разных лабораториях, в разное время
4	Правильность	Г	постоянная (систематическая) погрешность, проявляющаяся как постоянное отклонение среднего от (постулируемого) истинного значения в большую или меньшую сторону.

12 Найдите соответствия между параметрами

1	Среднее значение	А	наиболее вероятное значение случайной величины или то значение случайной величины, частота которого наибольшая.
2	Медиана	Б	значение, при замене на которое отдельных значений свойство совокупности не изменяется.
3	Мода	В	значение, которое делит совокупность значений на две равные по количеству членов части, причем в одной из них все значения меньше, а в другой – больше.
4	Средняя квадратичная	Г	положительное значение квадратного корня из суммы квадратов этих величин, деленной на их число

13 Найдите соответствия между параметрами

1	$\frac{\sum n_i x_i}{\sum n_i}$	А	Средняя логарифмическая
2	$\sqrt{(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2)/n}$	Б	Средняя арифметическая
3	$\frac{x_1 - x_2}{\ln(x_1/x_2)}$	В	Средняя квадратичная
4	$\frac{\sum_{i=1}^t x_i}{t}$	Г	средняя арифметическая взвешенная

14 Найдите соответствия между параметрами

1	Средняя арифметическая	А	называется положительное значение корня n-й степени из их произведения
2	Средняя геометрическая	Б	значение, при замене на которое отдельных значений свойство совокупности не изменяется.

3	Средняя гармоническая	В	положительное значение квадратного корня из суммы квадратов этих величин, деленной на их число
4	Средняя квадратичная	Г	величина, обратное значение которой равно среднему арифметическому обратных значений величин $x_1, x_2, \dots, x_n$

15 Найдите соответствия между параметрами

1	$\chi^2$ – критерий	А	оценка статистической неразличимости средних арифметических величин
2	F-критерий	Б	случайно ли отличается частота появления некоторого события от ожидаемого значения
3	t-критерий	В	Критерий выявления промахов
4	Q-тест	Г	об однородности или неоднородности двух сравниваемых выборок

**Задание на установление правильной последовательности:**

- 1 при определении промахов
  - А) расположить результаты в порядке их возрастания;
  - Б) найти диапазон выборки;
  - В) найти максимальную варианту
  - Г) Сравнить рассчитанное и табличное значение, сделать вывод
2. сравнение точности с помощью критерия Фишера
  - А) определить среднеквадратичное отклонение одной выборки;
  - Б) определить среднеквадратичное отклонение одной выборки;
  - В) найти отношение среднеквадратичного отклонения большей выборки к среднеквадратичному отклонению меньшей выборки;
  - Г) найти табличное значение, сделать вывод
3. сравнение точности с помощью критерия Стьюдента
  - А) определить среднее значение ряда;
  - Б) определить среднеквадратичное отклонение каждого ряда
  - В) определить критерий Стьюдента;
  - Г) найти табличное значение,
  - Д) значение  $t_p$  сравнивают с теоретическим значением  $t_t$ , делают вывод
4. Испытание статистической гипотезы:
  - А) по результатам наблюдений или измерений  $x_1, \dots, x_n$  вычисляем соответствующие статистические данные для отдельных образцов.
  - Б) принимая, что гипотеза верна, определяем вероятность отклонения статистических величин от ожидаемого значения;
  - В) если вероятность меньше некоторого малого значения доверительной вероятности  $\alpha$ , то мы гипотезу опровергаем.
5. Шесть определений рН раствора, полученные для частного случая проведения процесса, представляют следующие величины: 8,29 ; 8,30 ; 8,31 ; 8,30 ; 8,32 ; 8,34. Последовательность испытания гипотезу о том, что раствор в этом частном случае имеет рН=8,30.
  - А) Принять уровень значимости 0,05
  - Б) найти табличное значение критерия Стьюдента,
  - В) найти среднее значение выборки и среднеквадратичное отклонение;
  - Г) рассчитать критерий Стьюдента
  - Д) Сделать вывод
6. Алгоритм реализации метода наименьших квадратов
  - А) Определяются коэффициенты для построения системы уравнений;
  - Б) Формируется система линейных уравнений;
  - В) Решение системы линейных уравнений с целью определения неизвестных коэффициентов аппроксимирующего многочлена степени;

- Г) Определение суммы квадратов отклонений аппроксимирующего многочлена от исходных значений по всем узловым точкам
7. определение медианы
- А) расположить ряд в порядке возрастания или убывания значений;
  - Б) разделить ряд пополам
  - В) найти среднее значение
8. Определение моды
- А) расположить ряд все числа;
  - Б) Найти число, которое встречается чаще всего;
  - В) Если два числа встречаются одинаково часто, то этот ряд двухвершинный или бимодальный, а если больше — то мультимодальный.
9. Определение среднего арифметического взвешенного
- А) Определяем количество слагаемых
  - Б) Определяем вес каждого слагаемого
  - В) Умножьте каждое число ( $x$ ) на соответствующий весовой коэффициент
  - Г) Сложите полученные значения;
  - Д) найти сумму весов
  - Е) Разделить результат сложения значений на сумму весов
10. Последовательность проведения статистической обработки
- А) Определить среднее арифметическое результатов проведенных результатов;
  - Б) Найти среднюю квадратичную ошибку отдельного измерения;
  - В) Определить наибольшую возможную ошибку отдельного измерения
  - Г) Определить среднюю квадратичную ошибку среднего арифметического
  - Д) Рассчитать максимальную ошибку среднего арифметического
11. Последовательность обработки результатов неравноточных наблюдений при разном числе измерений в рядах, но одинаковой точности каждого отдельного измерения
- А) найти общую арифметическую середину;
  - Б) Все измерения выполненных рядов расположить в один ряд,
  - В) рассчитать среднюю квадратичную ошибку отдельного измерения
  - Г) рассчитать среднюю квадратичную ошибку среднего арифметического;
12. Последовательность обработки результатов неравноточных наблюдений с разной точностью отдельного измерения
- А) Повести статистическую обработку каждого ряда измерений;
  - Б) Найти общую арифметическую середину;
  - В) Рассчитать дисперсию для середины выполненных измерений;
  - Г) Все измерения выполненных рядов расположить в один ряд, провести их обработку
13. Последовательность вычисления среднего значения и дисперсии функции нескольких независимых случайных величин
- А) Последовательно провести фиксированное количество определений концентрации каждого из предложенных растворов.
  - Б) Взвесить расчётные количества первого и второго растворов,
  - В) Определить расчетное количество каждого раствора для приготовления третьего смешиванием.
  - Г) смешать растворы в предназначенной емкости, тщательно перемешать.
  - Д) определить концентрацию полученного раствора
14. Проверка гипотезы «средние двух выборок относятся к одной и той же совокупности» с использованием критерия Стьюдента
- А) определить среднее значение ряда;
  - Б) определить среднеквадратичное отклонение каждого ряда
  - В) определить критерий Стьюдента;
  - Г) найти табличное значение,

Д) значение  $t_p$  сравнивают с теоретическим значением  $t_t$ , делают вывод  
15. Использование  $\chi^2$  критерия при проверке гипотезы «исполнители не отличаются друг от друга по допускаемым ошибкам в модельном эксперименте»

А) Рассчитать отклонения полученных фактически результатов от истинного значения.

Б) Все измерения, где отклонения окажутся за пределами допустимых, считать неприемлемыми.

В) Рассчитать ожидаемое число ошибок для каждого исполнителя.

Г) Определить величину  $\chi^2$  критерия

Д) Определить число степеней свободы  $k$

Е) На основании найденной вероятности сделать обоснованный вывод о приемлемости или о сомнительности выбранной гипотезы

**Компетентностно-ориентированная задача.**

1. При определении содержания свинца весовым методом в сплаве после исключения промахов были получены следующие результаты (%): 14,50; 14,43; 14,54; 14,45; 14,44; 14,52; 14,58; 14,40; 14,49. Рассчитать среднее значение и доверительный интервал.

2. Примесь тиофена в бензоле (масс. %) определяли спектрофотометрическим и хроматографическим методом. Полученные серии данных:

1) спектрофотометрия: 0,12; 0,19; 0,16; 0,14%;

2) хроматография: 0,18; 0,32; 0,24; 0,25; 0,28%.

Являются ли примененные методы анализа равноточными?

3 При определении никеля в стандартном образце сплава получена серия значений (масс. %): 12,11; 12,44; 12,32; 12,28; 12,42. Содержание никеля согласно паспорту образца составляет 12,38%. Содержит ли использованная методика систематическую погрешность ( $P = 0,95$ )?

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

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

II 2,6; 2,3; 2,8; 2,4; 2,5; 2,7; 2,3.

Принадлежат ли результаты обеих выборок одной и той же генеральной совокупности (при доверительной вероятности  $P = 0,95$ )?

5. В серебряной монете при анализе параллельных проб получили следующее содержание серебра (%): 90,04; 90,12; 89,92; 89,94; 90,08; 90,02. Вычислить стандартное отклонение единичного определения и доверительный интервал среднего значения (для  $P = 0,95$ ).

6. Для серии значений объемов титранта, равных 9.22, 9.26, 9.24 и 9.27 мл, рассчитать среднее и доверительный интервал среднего при  $P=0.95$ .

7 При определении никеля в стандартном образце сплава получена серия значений (% масс.) 12.11, 12.44, 12.32, 12.28, 12.42. Содержание никеля согласно паспорту образца - 12.38%. Содержит ли использованная методика систематическую погрешность?

8 Примесь тиофена в бензоле (% масс.) определяли спектрофотометрическим (1) хроматографическим (2) методами. Получили следующие серии данных:

(1) 0.13 0.18 0.16 0.14;

(2) 0.18 0.22 0.24 0.25 0.24.

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

9 В образце сплава определили медь спектрографическим атомно-эмиссионным (1) и титриметрическим (2) методами. Получены следующие результаты (% масс.).

(1) 12.1 14.1 13.6 14.8;

(2) 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?

10 При спектрофотометрическом анализе раствора органического красителя получены значения оптической плотности, равные 0,376, 0,398, 0,371, 0,366, 0,372 и 0,379. Содержит ли



эта серия промахи? Чему равно среднее значение оптической плотности?

11. Стандартный раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  с концентрацией 0,09653 М, использовали для стандартизации раствора  $\text{HCl}$  методом кислотно-основного титрования. На титрование трех аликвот  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  по 10,00 мл с индикатором метиловым оранжевым пошло 9,87, 9,85 и 9,88 мл раствора  $\text{HCl}$ . Рассчитайте концентрацию раствора  $\text{HCl}$  и оцените ее неопределенность. Стандартное отклонение величины объема аликвоты  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , равно 0,02 мл.

12. При определении свинца в пищевых продуктах атомно-абсорбционным методом получены следующие результаты (мг/кг): 5.5; 5.4; 5.6; 5.7; 5.6; 5.4. Определить присутствие промахов и оценить воспроизводимость метода.

13. При анализе стандартного образца стали, содержащего по паспорту 0.27 % никеля, получены следующие данные (%): 0,26; 0,27; 0,30; 0,26; 0,40; 0,28; 0,29. Можно ли утверждать на основании результатов анализа стандартных образцов, что методика имеет погрешность?

14. При определении кадмия в образце полярографическим и экстракционно-фотометрическими методами получили следующие результаты ( $\% \cdot 10^{-3}$ ): 1) 1,25; 1,26; 1,28; 2) 1,10; 1,25; 1,35. Значимо ли различается точность использованных методов?

15. Содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в руде определили перманганатометрическим методом и методом комплексометрии. При этом получили следующие результаты (%): а) 60,12; 61,00; 61,25; б) 58,75; 58,90; 59,50. Существует ли статистически значимая разность между результатами анализа этими методами?

#### **Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи**

6-5 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

4-3 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

2-1 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

0 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.