

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный университет
технологии и дизайна»

Кафедра инженерной химии и промышленной экологии

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания для студентов заочной формы обучения
направления подготовки 20.03.01 (280700.62) – Техносферная
безопасность

Составитель

В. И. Биненко

Санкт-Петербург
2015

Утверждено
На заседании кафедры
25.03.2015 г., протокол N 5

Рецензент

Главный научный сотрудник Санкт-Петербургского научно-исследовательского центра
Экологической безопасности РАН,
Доктор географических наук В. В. Викторов

Оригинал-макет подготовлен составителями

Подписано в печать __.__.2015. Формат 60x84/16.

Усл. п. л. 1,3. Тираж 100 экз. Заказ __/15

<http://publish.sutd.ru>

Отпечатано в типографии СПГУТД
191028, С.-Петербург, ул. Моховая, 26

Цель дисциплины

Целью дисциплины является формирование компетенций обучающихся в области современных методов и средств мониторинга контроля качества окружающей среды, аналитических приборов и способов пробоподготовки, применяемых при проведении экологического контроля.

Задачи дисциплины

- освоение методов комплексного (наземного, водного и аэрокосмического) мониторинга окружающей среды;
- создание банка данных о фоновых и экстремальных параметрах окружающей среды с целью дальнейшего выделения трендов их динамики;
- оценка и выделение изменений состояния окружающей среды, обусловленных как по причине природной изменчивости, так и в результате деятельности человека с выделением экстремальных и чрезвычайных ситуаций;
- краткосрочное и долгосрочное прогнозирование тенденций изменения состояния окружающей среды.

1. Содержание дисциплины

Основное содержание дисциплины отражено в учебном пособии В. И. Биненко «Методы и средства мониторинга и контроля качества окружающей среды» (2015), доступном через электронную библиотеку СПГУТД. Учебное пособие представляет собой лабораторный практикум с подробным описанием теоретического материала к лабораторным работам.

Учебный модуль 1. инструментальные - контактные и дистанционные методы анализа ОС

Тема 1. Введение, инструментальные методы анализа ОС, погрешности

Тема 2. Стандартные образцы

Учебный модуль 2. Физико-химические методы контроля ОС

Тема 3. Применение спектральных методов анализа

Тема 4. Применение хроматографических методов анализа, масс-спектрометрия.

Учебный модуль 3 Экологический контроль ОС

Тема 5 Электрохимические методы анализа

Тема 6. Автоматизированные системы контроля и метрологическое обеспечение экологического контроля

Учебный модуль 4 Методы и средства анализа состава газов

Тема 7. Контролируемые газы

Тема 8. Типы газоанализаторов

Учебный модуль 5 Спутниковый мониторинг

Тема 9. Основные характеристики спутников

Тема 10. Дистанционные методы зондирования ОС

2. Вопросы к зачету

1. Основные конструктивные особенности спектрометров.
2. Основы анализа атомных спектров, что возможно определить на основе атомно-абсорбционного анализа?
3. Примеры использования фотометрических методов
4. Область применения атомной флуоресцентной спектроскопии
5. ИК -спектроскопия и её особенности.
6. Что лежит в основе Фурье - спектроскопии?
7. Общие представления о спектроскопии магнитного резонанса.
8. Основы и виды хроматографии
9. Основные узлы газового хроматографа
10. Интегральные и дифференциальные детекторы.
11. Масс-спектроскопия как инструментальный метод анализа.
12. Основные узлы масс-спектрометра.
13. Гибридные методы анализа
14. Электрохимические методы анализа.
15. Уравнение Нернста.
16. Окислительно-восстановительные реакции в электролитической ячейке.
17. Ионоселективные электроды.

3. Вопросы к экзамену

1. Что понимается под системой мониторинга и, в частности, экологического мониторинга?
2. Что лежит в основе метода аналитического определения тех или иных соединений?
3. Основные характеристики аналитических приборов
4. Что понимается под чувствительностью, пределом обнаружения и идентификации?
5. Бывают ли абсолютно точные измерения, какие измерения называются прямыми и косвенными.
6. Воспроизводимость и погрешность аналитических измерений
7. Случайные, систематические и грубые погрешности.
8. Абсолютная, относительная и доверительная погрешность измерений
9. Стандартные образцы и добавки
10. Роль градуировочных графиков и функциональных зависимостей

11. Физические величины, отражающие состав веществ.
12. Аналитический процесс, принцип, метод, методика - дайте определение.
13. Каковы стадии аналитического процесса?
14. В чём особенности отбора проб для аналитического процесса?
15. Какие области электромагнитного спектра и соответствующие им формы внутренней энергии сопряжены с теми или иными принципами анализа?
16. Дайте определение закон Бугера -Ламберта- Бера в дифференциальной и интегральной форме
17. Фотометрия поглощения, колориметрия, нефелометрия - основные особенности.
18. Дайте определение коэффициента пропускания, оптической плотности
19. Основные конструктивные особенности спектрометров.
20. Основы анализа атомных спектров, что возможно определить на основе атомно-абсорбционного анализа
21. Примеры использования фотометрических методов
22. Область применения атомной флуоресцентной спектроскопии
23. ИК -спектроскопия и её особенности.
24. Что лежит в основе Фурье-спектроскопии?
25. Общие представления о спектроскопии магнитного резонанса.
26. Основы и виды хроматографии
27. Основные узлы газового хроматографа
28. Интегральные и дифференциальные детекторы.
29. Масс-спектроскопия как инструментальный метод анализа.
30. Основные узлы масс-спектрометра.
31. Гибридные методы анализа.
32. Электрохимические методы анализа.
33. Уравнение Нернста.
34. Окислительно-восстановительные реакции в электролитической ячейке.
35. Ионоселективные электроды.
36. Методы определения химического потребления кислорода.
37. Контролируемые газы.
38. Типы газоанализаторов.
39. Устройство и принцип работы газоанализатора.
40. Спутниковый мониторинг низележащей поверхности и атмосферы.
41. Основные характеристики спутников и приборов, устанавливаемых на них.
41. Дистанционные методы зондирование ОС и техносферы
43. Что понимается под системой мониторинга и, в частности, экологического мониторинга?

44. Что лежит в основе метода аналитического определения тех или иных соединений?

4. Список рекомендованной литературы

1. Биненко, В. И. Риски и экологическая безопасность природно-хозяйственных систем / В.И. Биненко, В. К. Донченко, В. В. Растоскуев. – СПб.: СПбГУ, НИЦЭБ РАН, 2010. – 291 с..
2. Биненко, В. И. Инструментальные методы контроля окружающей среды – экологический мониторинг. Лабораторный практикум / В. И. Биненко, С. В. Петров. – СПб.: СПбГУТД, 2009. <http://publish.sutd.ru>
3. Биненко, В. И. Физико-химические методы контроля окружающей среды. Лабораторный практикум / В. И. Биненко, С. В. Петров. – СПб.: РГГМУ, 2008. – 118 с.
4. Биненко, В. И. Методы и средства мониторинга и контроля качества окружающей среды: учеб. пособие – лабораторный практикум / В. И. Биненко, С. В. Петров, Т. И. Маркова.– СПб.: ФГОУВПО «СПГУТД», 2015. – 116 с.
5. Юинг Г. В. Инструментальные методы химического анализа / Г. В. Юинг. – М.: Мир, 1989.–608 с.
6. Горелик Д. О. Экологический мониторинг. Оптико-электронные приборы и системы. В 2-х томах / Д. О. Горелик, Л. А. Конопелько, Э. Д. Панков. – СПб., 1998. – 735 с.
7. Энциклопедия «Экометрия». Контроль химических и биологических параметров окружающей среды / Под ред. Л. К. Исаева. – СПб., изд-во «Союз», 1998. – 896 с
8. Фомин, Г. С. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник / Г. С. Фомин, А. Г. Фомин. – М.: Протектор, 2001. – 304 с
9. Петин, Ю. А. Физические исследования в химии / Ю. А. Петин, Л. В. Вилков. – М: ООО «Изд. АСТ», 2003. – 628 с.

5. Задания к контрольной работе № 1

Вариант 1

1. В результате измерений получены значения оптической плотности $D = 0,69$ и ее абсолютной погрешности $0,075$. Найти относительную погрешность измерения и записать результат в окончательном виде.
2. При прямых измерениях получены следующие значения величины x : 15,6; 15,9; 15,3 моль/л. Определить среднее квадратическое отклонение результата измерений величины x .

3. Физическая величина P задана рабочей формулой $P = 3 a / c^2$, где $a = (5,7 \pm 0,5)$ Н; $c = (3,2 \pm 0,1)$ м. Рассчитать значения величины P , ее абсолютной погрешности и записать окончательный результат измерения.

4. Зависимость координаты точки от времени имеет вид $x = at + b$. По графику этой зависимости найти значения углового коэффициента a и его абсолютной погрешности, если прямая проходит вне границ экспериментальных погрешностей, а наибольшие из отклонений экспериментальных точек от проведенной прямой равны: $\Delta x_{max} = 0,05$ м; $\Delta t_{max} = 0,8$ с.

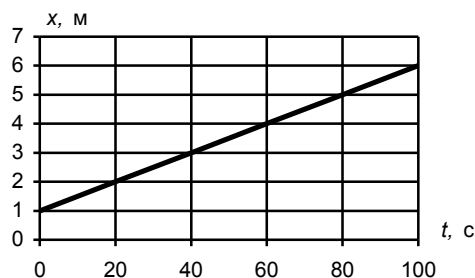


Рис. 1. График зависимости координаты точки x от времени t .

Вариант 2

1. Вычислено значение физической величины плотности ρ , равное $3,748 \cdot 10^3$ кг/м³, с относительной погрешностью 0,08. Найти абсолютную погрешность результата измерения и записать результат в окончательном виде.

2. Измерения напряжения выполняются милливольтметром с классом точности 0,25, ценой минимального деления шкалы 1 мВ/дел и пределом измерения 50 мВ (оцениваемая доля $d = 0,5$ дел.). Рассчитать систематическую погрешность милливольтметра.

3. По рабочей формуле $p = a/(t - t_0)$ определить значение p , если: $a = (72,0 \pm 5,0)$ Дж; $t = (13,8 \pm 0,7)$ с; $t_0 = (2,9 \pm 0,4)$ с. Рассчитать абсолютную погрешность измерения и записать окончательный результат.

4. Зависимость сопротивления от времени имеет вид $v = at + b$. По представленному графику этой зависимости найти значение углового коэффициента a и его абсолютную погрешность, если прямая проходит вне границ экспериментальных погрешностей, а наибольшие из отклонений экспериментальных точек от проведенной прямой равны: $\Delta t_{max} = 0,3$ с; $\Delta v_{max} = 0,2$ м/с.

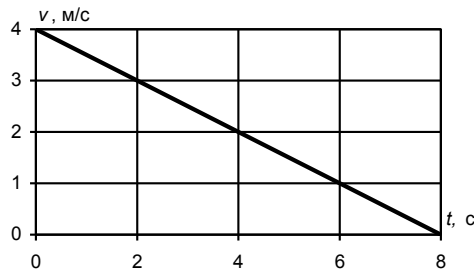


Рис. 2. График зависимости скорости v от времени t .

Вариант 3

1. Найти абсолютную погрешность табличного значения удельной теплоемкости алюминия $c = 896$ Дж/кг град. Привести окончательный результат.

2. При проведении измерений в неизменных условиях опыта получены следующие значения сила тока I : 0,29; 0,31; 0,33 А. Рассчитать случайную погрешность результата измерения. Значение коэффициента Стьюдента 4,3.

3. Среднее квадратическое отклонение результата измерения времени t составляет 0,4 с; систематическая погрешность прямого измерения 0,5 с. Значение коэффициента Стьюдента 2,78. Найти суммарную погрешность результата измерения и привести окончательный результат, если наилучшая оценка времени равна 78,2 с.

4. Физическая величина задана рабочей формулой $B = a^2 + 3c$, где $a = (6,2 \pm 0,1)$ м; $c = (4,7 \pm 0,2)$ м². Найти значение величины B , ее абсолютную погрешность и записать окончательный результат.

Вариант 4

1. В единственном опыте была зафиксирована температура 54 (°C). Приборная погрешность термометра составляет 1,2 (°C). Найти абсолютную и относительную погрешности результата измерения и привести окончательный результат.

2. Определить среднее квадратическое отклонение результата измерения амплитуды A , если при проведении трех опытов (в неизменных условиях) были получены следующие ее значения: 3,2; 3,1; 3,3 см.

3. Физическая величина C описывается уравнением $C = (v^3 / 2) - a^3$, где:

$a = (2,6 \pm 0,1)$ моль/дм³; $v = (4,0 \pm 0,2)$ моль/дм³. Рассчитать величину C , ее абсолютную погрешность и привести окончательный результат измерения.

4. Зависимость давления от температуры имеет вид: $P = aT$. По представленному графику этой зависимости найти значения углового

коэффициента a и его абсолютной погрешности, если все измерения выполнены с погрешностями: $\Delta T = 10 \text{ К}$; $\Delta P = 8 \text{ кПа}$, а прямая проходит в пределах погрешностей экспериментальных точек.

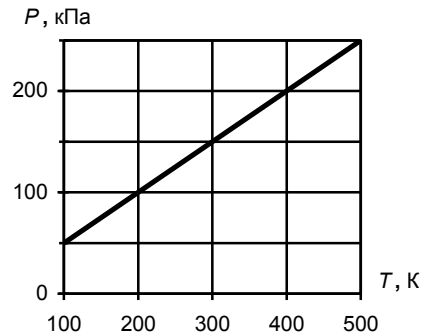


Рис. 3. График зависимости давления P от температуры T .

Вариант 5

1. Какое из двух приведенных измерений выполнено точнее и почему:

$$t = (5,6 \pm 0,3)^\circ\text{C}; R = (0,60 \pm 0,05)\text{млн}^{-1}?$$

2. В результате прямых измерений напряжения были получены следующие данные: среднее значение напряжения $13,0 \text{ В}$; систематическая погрешность $1,0 \text{ В}$; случайная погрешность $1,4 \text{ В}$; среднеквадратическое отклонение $0,5 \text{ В}$. Определить суммарную погрешность результата измерения и привести окончательный результат.

3. Энергетическая светимость, как результат косвенного измерения, рассчитывается по рабочей формуле $R = 2 a / v^2$, где: $a = (3,8 \pm 0,3) \text{ кВт}$; $v = (2,0 \pm 0,1) \text{ м}$. Рассчитать величину R , ее абсолютную погрешность и привести окончательный результат измерения.

4. По представленному графику зависимости координаты тела от времени $x = at + b$, определить значения углового коэффициента a , его абсолютной погрешности и коэффициента b , если погрешности измерений времени и координаты одинаковы и равны: $\Delta t = 0,4 \text{ с}$; $\Delta x = 0,1 \text{ см}$, а прямая проходит в пределах погрешностей экспериментальных точек.

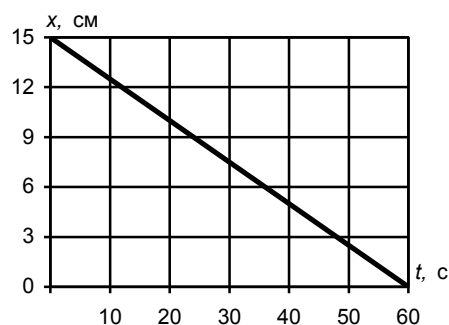


Рис. 4. График зависимости координаты тела x от времени t .

Вариант 6

1. В ходе обработки результатов измерения была получена наилучшая оценка концентрации $C = 68,2$ млрд⁻¹. Относительная погрешность измерения составляет 5%. Определить абсолютную погрешность измерения и привести окончательный результат.

2. Найти среднее квадратическое отклонение результата прямых измерений температуры газа T , если его случайная погрешность равна 0,6 К. Значение коэффициента Стьюдента 2,78.

3. Скорость материальной точки определяется рабочей формулой $v = v_0 + (c / 2v)$, где: $v_0 = (3,3 \pm 0,2)$ м/с; $c = (16,2 \pm 0,3)$ м; $v = (2,6 \pm 0,1)$ с. Рассчитать значение v , абсолютную погрешность результата косвенного измерения и записать окончательный результат.

4. Температурная зависимость сопротивления металла имеет вид $R = aT$. Определить значения углового коэффициента a и его абсолютной погрешности, если абсолютные погрешности результата измерения температуры и сопротивления постоянны, и соответственно равны 10 К и 50 Ом, а прямая проходит в пределах погрешностей экспериментальных точек.

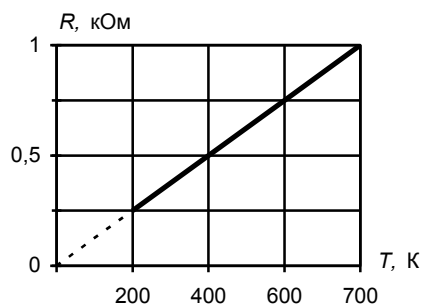


Рис. 5. График зависимости сопротивления R от температуры T .

Вариант 7

1. Найти абсолютную погрешность табличного значения удельной теплоты плавления меди $\lambda = 1,76 \cdot 10^5$ Дж/кг. Привести окончательный результат в наглядном виде.

2. Секундомер имеет предел допускаемой приборной погрешности 0,4 с, цену минимального деления шкалы 0,1 с/дел. и оцениваемую долю $d = 1$ дел. Рассчитать систематическую погрешность секундомера.

3. По результатам прямых измерений массы тела было получено: масса тела 125,0 г, приборная погрешность 2,3 г, случайная погрешность 5,2 г, среднее квадратическое отклонение 1,2 г. Рассчитать абсолютную погрешность результата измерения и записать окончательный результат.

4. Определить значение и абсолютную погрешность величины P , если она задается уравнением $P = a - (v / c^2)$, где $a = (18,0 \pm 0,7)$ Н/м²; $v = (56 \pm 5)$ Н; $c = (3,40 \pm 0,05)$ м. Привести окончательный результат измерения величины P в наглядном виде с нужным числом значащих цифр.

Вариант 8

1. Какое из двух измерений выполнено точнее: $C = (1,5 \pm 0,3)$ моль/кг, $m = (38 \pm 5)$ г?

2. В результате прямых измерений получены значения напряжения U : 6,9; 7,0; 7,1. В (в неизменных условиях). систематическая погрешность составляет 0,2 В. Значение коэффициента Стьюдента 4,3. Рассчитать абсолютную погрешность результата измерения и привести окончательный результат.

3. Плотность водяных паров, как результат косвенного измерения, определяется по рабочей формуле $\rho = v / c^3$, где $v = (82,0 \pm 0,8)$ кг; $c = (14,0 \pm 0,2)$ м. Найти значения величины ρ , абсолютной погрешности и записать окончательный результат измерения.

4. По результатам прямых измерений был построен график зависимости перемещения от времени вида $S = at$. Абсолютные погрешности результатов измерений определяются как систематические и равны: $\Delta S = 0,01$ м; $\Delta t = 0,4$ с, а прямая проходит в пределах погрешностей экспериментальных точек. Определить значение углового коэффициента a и его абсолютную погрешность.

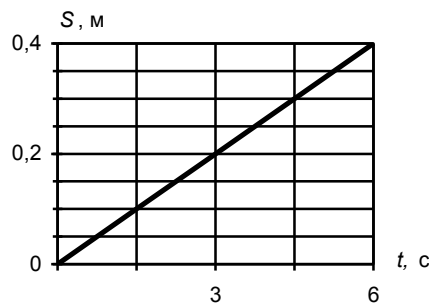


Рис. 6. График зависимости перемещения S от времени t .

Вариант 9

1. Какое из измерений выполнено точнее: $m = (145 \pm 1)$ г; $C = (23,6 \pm 0,2)$ моль/кг? Ответ обосновать.

2. Определить среднее квадратическое отклонение результата измерения частоты тока ν , если при проведении трех опытов (в неизменных условиях) были получены следующие ее значения: 49,6; 49,3; 49,9 Гц.

3. Найти наиболее вероятную скорость молекул газа V и ее абсолютную погрешность, если $V = (2R T / M)^{1/2}$, где: $R = (8,310 \pm 0,005)$ Дж/ моль К; $M = (32,00 \pm 0,05) 10^{-3}$ кг/ моль; $T = (320 \pm 20)$ К.

4. По представленному графику зависимости координаты тела от времени $x = at + b$ определить значения углового коэффициента a , его абсолютной погрешности и коэффициента b , если прямая проходит вне границ экспериментальных погрешностей, а наибольшие из отклонений экспериментальных точек от проведенной прямой равны: $t = 0,4$ с; $x = 0,2$ м.

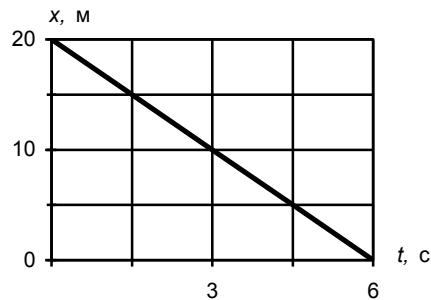


Рис. 7. График зависимости координаты тела x от времени t .

Вариант 10

1. Представьте следующие окончательные результаты измерений в наиболее наглядном виде с нужным числом значащих цифр: $q = (3,21 10^{-19} \pm 2,67 10^{-20})$ Кл; $A = (3,378 10^3 \pm 43)$ Дж.

2. В результате прямых измерений напряжения получено: среднее значение напряжения 36,00 В, систематическая погрешность 0,50 В, случайная погрешность 1,50 В, среднее квадратическое отклонение 0,54 В. Определить абсолютную погрешность результата измерения и привести окончательный результат.

3. Энергия заряженного проводника как результат косвенного измерения рассчитывается по рабочей формуле $E = CU^2 / 2$, где $C = (1,7 \pm 0,1) 10^{-8}$ Ф; $U = (115 \pm 5)$ В. Рассчитать значение величины E , ее абсолютную погрешность и привести окончательный результат измерения.

4. Зависимость скорости от времени имеет вид $v = at + b$. По представленному графику этой зависимости найти значения углового коэффициента a , его абсолютной погрешности и коэффициента b , если прямая проходит вне границ экспериментальных погрешностей, а наибольшие из отклонений экспериментальных точек от проведенной прямой равны: $t = 0,4$ с; $v = 0,2$ м/с.

Представить окончательный результат в наиболее наглядном виде с нужным числом значащих цифр.

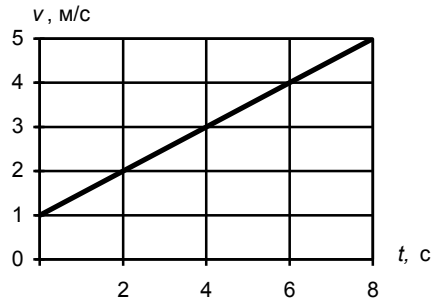


Рис. 8. График зависимости скорости v от времени t .

Вариант 11

1. В результате вычислений получено значение момента инерции цилиндра $I = 2,543 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ с абсолютной погрешностью $0,41 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Рассчитать относительную погрешность измерения и записать окончательный результат в наиболее наглядном виде с нужным числом значащих цифр.

2. При проведении измерений в неизменённых условиях опыта получены следующие значения концентрации CD : 0,52; 0,54; 0,53 моль/кг. Найти случайную погрешность измерения. Значение коэффициента Стьюдента 4,3.

3. Среднее квадратическое отклонение результата измерения массы m составляет 0,05 кг. Систематическая погрешность прямого измерения равна 0,08 кг. Найти суммарную доверительную погрешность результата измерения и записать окончательный результат, если наилучшая оценка массы – 28,00 кг. Значение коэффициента Стьюдента 2,78.

4. Кинетическая энергия вращающегося диска определяется рабочей формулой $E = I\omega^2 / 2$, где:

$$I = (3,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-2} \text{ кг м}^2;$$

$$\omega = (12,6 \pm 0,4) \text{ рад/с}.$$

Рассчитать значения величины E , ее абсолютной погрешности и записать окончательный результат измерения.

Вариант 12

1. Удельная теплота плавления свинца r задана табличным значением $2,26 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$. Определить абсолютную погрешность этой величины и привести окончательный результат.

2. Измерения напряжения выполняются вольтметром с классом точности 1,0, ценой минимального деления шкалы 2 В/дел и пределом измерения 150 В (оцениваемая доля $d = 0,5$ дел). Рассчитать систематическую погрешность вольтметра.

3. Зависимость линейной скорости тела от времени движения задается уравнением $v = At + Bt^2$, где: $A = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$; $B = 10^{-2} \text{ м/с}^3$ – коэффициенты, погрешностями которых можно пренебречь. Значение времени $t = (5,0 \pm 0,4) \text{ с}$ получено в результате прямого измерения. Найти значение величины v , ее абсолютную погрешность и привести окончательный результат измерения.

4. По данным прямых измерений силы тока и напряжения (см. табл. 1) построить график зависимости $I = aU$. Абсолютные погрешности силы тока и напряжения соответственно равны $0,5 \text{ мА}$ и $2,5 \text{ В}$. Определить значения углового коэффициента a и его абсолютной погрешности. (Масштаб: 2 клетки – 1 мА ; 4 клетки – 10 В). Привести окончательный результат измерения величины a .

Таблица 1. Исходные данные

I, мА	22,5	24,5	25,5	27,5
U, В	110	120	130	140

Задание 13

1. В ходе опыта получено наилучшее значение периода колебаний маятника $T = 1,8 \text{ с}$. Относительная погрешность измерения составляет 6% . Определить абсолютную погрешность результата измерения и дать окончательный результат.

2. В результате многократных измерений линейного размера тела a (в неизменных условиях) получены следующие значения: $12,2$; $12,1$; $12,3 \text{ мм}$. Систематическая погрешность составляет $0,16 \text{ мм}$. Значение коэффициента Стьюдента $4,3$. Рассчитать суммарную погрешность результата измерения и привести окончательный результат.

3. Ускорение тела при движении по окружности описывается уравнением $a = V^2 / R$, где: $V = (0,70 \pm 0,02) \text{ м/с}$; $R = (0,20 \pm 0,01) \text{ м}$.

Определить значения величины a , ее абсолютной погрешности и привести окончательный результат измерения.

4. По данным измерений натурального логарифма высоты столба жидкости и времени (см. табл. 2) нарисовать график зависимости $\text{Ln}h = at + b$. Абсолютные погрешности результатов измерений $\text{Ln}h$ и времени t постоянны и соответственно равны $0,2$ и $0,5 \text{ с}$. Определить значения углового коэффициента a , его абсолютной погрешности и дать окончательный результат. (Масштаб: для оси $\text{Ln}h$: одна клетка – $0,1$; для оси t : две клетки – $1,0 \text{ с}$).

Таблица 2. Исходные данные

Ln <i>h</i>	-2,6	-2,9	-3,1	-3,4
t, с	7,5	10,5	13,5	16,5

Вариант 14

1. Представить окончательный результат измерения в наиболее наглядном виде с нужным числом значащих цифр: $\lambda = (0,000005636 \pm 0,00000023)$ м.

2. При проведении измерений в неизменных условиях опыта получены следующие значения напряжения U : 12,3; 12,0; 12,3 В. Рассчитать случайную погрешность результата измерения. Коэффициент Стьюдента 4,3.

3. Среднее квадратическое отклонение результата измерений концентрации C составляет 0,4 моль/м³, систематическая погрешность прямого измерения 0,8 моль/м³. Найти суммарную погрешность результата измерения и привести окончательный результат, если наилучшая оценка силы C равна 37,0 моль/м³. Значение коэффициента Стьюдента 2,78.

4. Кинетическая энергия тела, как результат косвенного измерения, определяется формулой $E = mV^2 / 2$, где значения массы и скорости получены в результате прямых измерений и равны: $m = (2,6 \pm 0,1)$ кг; $V = (0,80 \pm 0,02)$ м/с. Найти значения величины E , ее абсолютной погрешности и записать окончательный результат измерения.

Вариант 15

1. Представьте следующие окончательные результаты измерений в наиболее наглядном виде с нужным числом значащих цифр: $H = (4,06 \pm 0,02329)$ м; $T = (14,6452 \pm 1)$ с.

2. При прямых измерениях массы тела m получены следующие результаты: 1,6; 1,8; 1,7 г. Чему равны среднее арифметическое значение m и среднее квадратическое отклонение результата измерений?

3. Определить суммарную доверительную погрешность результата измерений напряжения, если случайная погрешность равна 0,25 В, систематическая погрешность 0,10 В, значение коэффициента Стьюдента 2,78, а наилучшая оценка напряжения U равна 15,78 В. Привести окончательный результат измерения.

4. Определить значение и абсолютную погрешность величины P , если она задается уравнением $P = a - (v / c^2)$, где:

$$a = (18,0 \pm 0,7) \text{ Н/м}^2, v = (56 \pm 5) \text{ Н}, c = (3,40 \pm 0,05) \text{ м.}$$

Привести окончательный результат величины P в наглядном виде с нужным числом значащих цифр.

6. Задания к контрольной работе № 2

Вариант 1

1. Что понимается под системой мониторинга и, в частности, экологического мониторинга?
2. Основные конструктивные особенности спектрометров.
3. Ионоселективные электроды

Вариант 2

1. Что лежит в основе метода аналитического определения тех или иных соединений?
2. Основы анализа атомных спектров, что возможно определить на основе атомно-абсорбционного анализа?
3. Окислительно-восстановительные реакции и электролитическая ячейка.

Вариант 3

1. Основные характеристики аналитических приборов?
2. Примеры использования фотометрических методов
3. Уравнение Нернста

Вариант 4

1. Что понимается под чувствительностью, пределом обнаружения и идентификации?
2. Область применения атомной флуоресцентной спектроскопии.
3. Электрохимические методы анализа

Вариант 5

1. Воспроизводимость и погрешность аналитических измерений?
2. ИК-спектроскопия и её особенности.
3. Гибридные методы анализа.

Вариант 6

1. Стандартные образцы и добавки?
2. Общие представления о спектроскопии магнитного резонанса.
3. Гибридные методы анализа.

Вариант 7

1. Роль градуировочных графиков и функциональных зависимостей
2. Основы и виды хроматографии
3. Гибридные методы анализа

Вариант 8

1. Физические величины, отражающие состав веществ.
2. Основные узлы газового хроматографа.
3. Основные узлы масс-спектрометра.

Вариант 9

1. Аналитический процесс, принцип, метод, методика -дайте определение.
2. Интегральные и дифференциальные детекторы.
3. Масс-спектроскопия как инструментальный метод анализа.

Вариант 10

1. Масс-спектроскопия как инструментальный метод анализа.
2. Уравнение Нернста.
3. Что понимается под системой мониторинга и, в частности, экологического мониторинга?

Вариант 11

1. Закон Бугера-Ламберта-Бэра.
2. ИК-Фурье спектрометр.
3. Какие области электромагнитного спектра и соответствующие им формы внутренней энергии сопряжены с теми или иными принципами анализа?

Вариант 12

1. Дайте определение коэффициента пропускания, оптической плотности.

2. Фотометрия поглощения, колориметрия, нефелометрия – основные особенности.

3. Уравнение Нернста.

Вариант 13

1. Ионоселективные электроды.

2. Основы и виды хроматографии.

3. Аналитический процесс, принцип, метод, методика – дайте определение.

Вариант 14

1. Устройство атомно-абсорбционного спектрометра

2. Аналитический процесс, принцип, метод, методика – дайте определение.

3. Основы и виды хроматографии.

Вариант 15

1. Закон Бугера-Ламберта-Бэра в дифференциальной и интегральной форме.

2. Электрохимические методы анализа.

3. Аналитический процесс, принцип, метод, методика – дайте определение.

Номер задания выбирается по первой букве фамилии

А, Б	В, Г	Д, Е	Ж, З	И, К	Л, М	Н	О	П, Р	С, Т	У, Ф	Х, Ц	Ч, Ш	Щ, Э	Ю, Я
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15