

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические указания
по выполнению практических работ по дисциплине
«Автоматизация измерений, контроля и испытаний»**

Направление подготовки	27.03.01 Стандартизация и метрология
Направленность (профиль)	Стандартизация, метрология и управление качеством
Степень выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная
Год начала обучения	2026 г

Ставрополь, 2026

Практическая работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ LabVIEW И ВИРТУАЛЬНОГО ПРИБОРА

Задание 1.1. ВП Частотный анализ

1. Запустите LabVIEW Пуск → Программы → National Instruments → LabVIEW 7.0 → LabVIEW. Появится диалоговое окно LabVIEW.

2. Выберите Help → Find Examples. На экране появится диалоговое окно поиска примеров ВП, разбитых по категориям.

3. Перейдите на закладку Browse (Обзор). Отметьте пункт Directory Structure. Выберите Apps, Freqresp.Ilb и дважды щелкните на Frequency Response.VI (Частотная характеристика). Появится лицевая панель ВП «Частотный анализ».

4. С помощью инструмента УПРАВЛЕНИЕ измените значение установки

амплитуды Amplitude. Изменить значение можно либо переместив указатель кнопки в нужное положение, либо используя стрелки изменения значений элемента управления, либо введя число непосредственно в дисплей элемента.

Если число введено непосредственно в дисплей элемента, то необходимо нажать кнопку Enter, показанную слева, появившуюся на инструментальной панели. Иначе число не будет введено.

5. Нажать кнопку Run и запустить ВП. Изменяя значения других средств управления, находящихся на панели, исследовать работу ВП.

Блок-диаграмма

6. Перейдите на блок-диаграмму. Для этого выберите в главном меню Window → Show Diagram или введите <Ctrl-E> с клавиатуры.

7. Откройте окно контекстной справки, выбрав в пункте главного меню Help → Show Context Help. Получить информацию об объекте в окне контекстной справки Context Help можно, наведя на них курсор;

а) Поместите инструмент ПЕРЕМЕЩЕНИЕ над функцией Logarithm Base 10, расположенной под меткой Bode Plot. В окне контекстной справки Context Help появится описание функции;

б) В окне контекстной справки Context Help нажмите кнопку More Help для перехода в соответствующий раздел LabVIEW Help (Встроенной Помощи). Можно также щелкнуть по ссылке Click here for more help окна контекстной справки Context Help. LabVIEW Help (Встроенная Помощь) содержит подробное описание палитр, меню, инструментов, ВП и функций. Здесь можно получить подробное описание и других функций;

в) Наведите инструмент СОЕДИНЕНИЕ на поля ввода/вывода данных функции Logarithm Base 10. Соответствующие поля в окне контекстной справки Context Help начнут мигать;

г) Переместите инструмент СОЕДИНЕНИЕ на проводник данных. В окне контекстной справки Context Help появится описание типа данных в проводнике.

8. Чтобы зафиксировать текущее окно Context Help (контекстной справки), необходимо либо нажать кнопку, либо выбрать в пункте главного меню Help → Lock Context Help. Когда текущее окно Context Help (контекстной справки) зафиксировано, то его содержимое не меняется после наведения курсора на другой объект. Для отмены фиксации следует нажать кнопку второй раз.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных компонентов состоит ВП?
2. Что понимается под интерфейсом пользователя ВП?
3. Какие палитры доступны для лицевой панели?
4. Какие палитры доступны для блок-диаграммы? 5. Что представляет собой лицевая панель?
6. Каково назначение блок-диаграммы? 7. Из каких подпалитр состоит палитра Controls (Элементов)?
8. Из каких подпалитр состоит палитра Functions (Функций)?
9. На каких панелях осуществляется разработка ВП?
10. Назовите назначение управляющих кнопок на блок-диаграмме.
11. Назовите назначение управляющих кнопок на лицевой панели.
12. Что такое элемент управления и элемент отображения?
13. Назовите основные типы данных.
14. Что такое проводник данных?
15. Каким образом осуществляется вызов контекстной справки?
16. Как можно зафиксировать текущее окно контекстной справки?
17. Назовите назначение контекстного меню.

Практическая работа № 2

СОЗДАНИЕ, РЕДАКТИРОВАНИЕ И ОТЛАДКА ВИРТУАЛЬНОГО ПРИБОРА

Цель занятия:

- изучить компоненты ВП;
- создать ВП (преобразовать °C в °F);
- изучить типы данных и проводники данных;
- отредактировать ВП;
- приобрести практические навыки отладки ВП.

Объекты лицевой панели на блок-диаграмме отображаются в виде терминалов данных (графическое изображение прямоугольной формы с буквенно-численными обозначениями). Терминалы данных обеспечивают обмен данными между лицевой панелью и блок-диаграммой; они подобны переменным и константам текстовых языков программирования. Различают терминалы данных следующих типов – терминалы элементов управления и отображения данных, терминалы узлов.

Узлы – это объекты на блок-диаграмме, которые имеют одно или более полей ввода/вывода данных и выполняют алгоритмические операции ВП. Они аналогичны операторам, функциям и подпрограммам текстовых языков программирования. Узлы включают в себя функции, подпрограммы ВП и структуры. Подпрограмма ВП – виртуальный прибор, который можно использовать на блок-диаграмме другого ВП в качестве подпрограммы. Структуры – это элементы управления процессом, такие как структура Case (Вариант), цикл While (цикл по условию) и т.д. Узлы Add (Сложение) и Subtract (Вычитание) – узлы функций.

Типы и проводники данных. В среде LabVIEW проводники данных используются для соединения многочисленных терминалов данных. Поля ввода/вывода должны быть совместимыми с типами данных, передаваемыми им по проводникам. Например, нельзя соединять поле вывода массива с полем ввода данных численного типа. Кроме того, характер соединения должен быть корректным. Проводники должны быть подсоединены лишь к одному источнику данных и, по крайней мере, к

одному полю ввода данных. Например, нельзя соединять два элемента отображения. Компонентами, определяющими совместимость соединения, являются: тип данных элемента управления и/или отображения и тип данных поля ввода/вывода.

В данном курсе используются следующие типы данных:

- Numeric (численный тип);
- Floating point – число с плавающей запятой, отображается в виде оранжевых терминалов. Может быть представлено в виде single (32 bit), double (64-

bit) или extended (128-bit) precision (с одиночной, двойной или расширенной точностью). Число с плавающей запятой может быть комплексным;

- Integer – целочисленный тип, отображается в виде голубых терминалов. Возможны три представления целых чисел: 8, 16 и 32 бита. Один бит может использоваться для знака числа, если это число является знаковым целым;

- Boolean – логический тип, отображается в виде зеленых терминалов. Логический тип может принимать только два значения: 0 (FALSE) или 1 (TRUE);

- String – строковый тип, отображается в виде розовых терминалов. Строковый тип данных содержит текст в ASCII формате;

- Path – путь к файлу, отображается в виде терминалов. Путь к файлу близок строковому типу, однако, LabVIEW форматирует его, используя стандартный синтаксис для используемой платформы;

- Array – массивы включают типы данных составляющих элементов и принимают соответствующий им цвет;

- Cluster – кластеры включают различные типы данных. Кластерный тип данных отображается коричневым цветом, если все его элементы численные, если же элементы кластера являются данными различных типов, он отображается розовым;

- Waveform – сигнальный тип данных является кластером элементов, содержащим данные, начальное значение времени и интервал времени между измерениями;

- Dynamic – динамический тип, отображается в виде темно-синих терминалов. Кроме данных сигнала, динамический тип содержит дополнительную информацию, например, название сигнала или дату и время его получения. Большинство экспресс-ВП принимают и/или возвращают данные динамического типа. Данные между объектами блок-диаграммы передаются по соединительным линиям – проводникам данных. Проводник данных аналогичен переменным в текстовых языках программирования. Каждый проводник данных имеет единственный источник данных, но может передавать их ко многим ВП и функциям. Проводники данных различаются цветом, стилем и толщиной линии, в зависимости от типа передаваемых данных.

Автоматическое соединение объектов проводниками данных.

В среде LabVIEW объекты соединяются проводниками данных после их помещения на блок-диаграмму. В автоматическом режиме среда LabVIEW подключает те поля ввода/вывода данных, которые наиболее совместимы, несовместимые поля остаются несоединенными.

Корректировка параметров автоматического подключения проводников осуществляется через пункты главного меню Tools → Options → Block Diagram.

Соединение объектов проводниками данных вручную. Соединение объектов проводниками данных вручную производится с помощью инструмента СОЕДИНЕНИЕ. После наведения инструмента СОЕДИНЕНИЕ на поле ввода или вывода данных на экране появляется подсказка, которую можно использовать для уточнения места подключения проводника.

З а д а н и е 2.1. Преобразование °C в °F

Ниже приведена последовательность действий для создания ВП, который будет преобразовывать значение температуры из градусов Цельсия (°C) в температуру по Фаренгейту (°F).

Лицевая панель

1. Выберите пункт главного меню File → New → VI, чтобы открыть новую лицевую панель.

2. Поместите цифровой элемент управления на лицевую панель. В поле собственной метки элемента управления напечатайте «Град. С».

3. Поместите элемент отображения данных на лицевую панель. Он будет использован для отображения значений температуры в °F. В поле собственной метки элемента управления напечатайте «Град. F» и щелкните мышью в свободном пространстве лицевой панели или нажмите кнопку Enter.

На блок-диаграмме LabVIEW создаст терминалы данных, соответствующие элементам управления и отображения. Терминалы данных представляют тип данных соответствующих элементов. Например, терминал данных DBL представляет тип числовых данных двойной точности с плавающей запятой.

Внимание! Терминалы данных, соответствующие элементам управления, имеют более широкий обводной контур по сравнению с терминалами данных, соответствующими элементам отображения. \

Блок-диаграмма

4. Перейдите на блок-диаграмму, выбрав пункты главного меню Window → Show Diagram.

5. Создайте блок-диаграмму

6. Выберите функцию Multiply (Умножение) из палитры Функций в разделе Functions → Numeric (Арифметические функции). Поместите ее на блок-диаграмму.

7. Выберите функцию Add (Сложение) из палитры Функций в разделе Functions → Numeric (Арифметические функции). Поместите ее на блок-диаграмму.

8. Выберите числовую константу из палитры Функций в разделе Functions → Numeric (Арифметические функции). Поместите две числовые константы на блок-диаграмму. После размещения числовой константы на блок-диаграмме поле ввода ее значений подсвечивается и готово для редактирования. Одной константе присвойте значение 1,8, другой 32,0.

9. Соедините объекты блок-диаграммы с помощью инструмента СОЕДИНЕНИЕ.

10. Перейдите на лицевую панель, выбрав в главном меню пункт Window → Show Panel.

11. Сохраните ВП, он будет использоваться позднее.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных компонентов состоит Ваш ВП?

2. Какие узлы на блок-диаграмме ВП Вы знаете?
3. Как отображаются терминалы данных и какие функции они выполняют?
4. Что такое проводник данных? 5. Какие проводники данных Вы знаете?
6. Какие типы данных Вы знаете? 7. Как соединяются объекты проводниками данных?
8. Из каких подпалитр состоит палитра Controls (Элементов)?
9. Из каких подпалитр состоит палитра Functions (Функций)?
10. Как осуществляется запуск разработанного ВП?
11. Назовите назначение управляющих кнопок на блок-диаграмме. 12. Назовите назначение управляющих кнопок на лицевой панели.
13. Что такое элемент управления и элемент отображения?
14. Назовите основные типы данных.
15. Как ввести число в элемент управления?

Практическая работа №3

СОЗДАНИЕ ПОДПРОГРАММ ВИРТУАЛЬНОГО ПРИБОРА

Цель занятия:

- изучить подпрограмму ВП;
- создать иконку и настроить соединительную панель для возможности использования ВП в качестве подпрограммы ВП.

З а д а н и е ВП Термометр

Ниже приведена последовательность действий для создания ВП, который измеряет температуру и отображает значение температуры в градусах Цельсия или температуру по Фаренгейту.

Лицевая панель

1. Создайте элемент отображения данных температуры:
 - а) выберите элемент отображения данных, расположенный на палитре Controls в разделе Numeric (Числовые элементы);
 - б) напечатайте «Температура» внутри собственной метки и нажмите кнопку Enter на инструментальной панели;
 - в) щелкните правой кнопкой мыши по элементу и выберите пункт контекстного меню Visible Items (Отображаемые элементы), Digital Display (Цифровой индикатор).
2. Создайте элемент управления в виде вертикального переключателя:
 - а) выберите вертикальный переключатель, расположенный в палитре Controls раздела Boolean (Логические элементы);
 - б) введите имя собственной метки переключателя Масштаб шкалы и нажмите кнопку Enter на инструментальной панели;
 - в) используя инструмент ВВОД ТЕКСТА, создайте на лицевой панели свободную метку °C, как показано выше;
 - г) с помощью инструмента ВВОД ТЕКСТА создайте на лицевой панели свободную метку °F, как показано выше.
3. Создайте описание ВП, которое появляется в окне контекстной справки Context Help после наведения курсора на иконку ВП:
 - а) выберите пункт главного меню File → VI Properties;
 - б) выберите пункт Documentation (Описание) в разделе Category (Категория) из выпадающего меню; в) в поле ввода текста напечатайте следующее: Этот ВП измеряет температуру, используя ВП Demo Read Voltage VI.
4. Создайте описание элементов управления и отображения данных, которое появляется в окне контекстной справки Context Help после наведения на них курсора:
 - а) щелкните правой кнопкой мыши по элементу отображения и выберите пункт контекстного меню Description and Tip (Описание и предупреждения);
 - б) в поле ввода текста напечатайте следующее: Выводит на экран значения измеренной температуры;
 - в) введите в поле Tip значение Температура;

- г) нажмите кнопку ОК;
 - д) щелкните правой кнопкой мыши по элементу управления и выберите пункт контекстного меню Description and Tip (Описание и предупреждения);
 - е) в поле ввода текста напечатайте следующее: Определяет шкалу (по Фаренгейту или Цельсию), используемую для измерения температуры;
 - ж) введите в поле Tip значение шкалы – °C или °F и нажмите кнопку ОК.
5. Отобразите окно контекстной справки Context Help, которое доступно из пункта главного меню Help → Show Context Help.
6. Наведите курсор на один из объектов для просмотра описания их работы в окне Context Help.

Блок-диаграмма

- 7. Перейдите на блок-диаграмму, выбрав Window → Show Diagram.
- 8. Создайте блок-диаграмму, показанную ниже.

Поместите на блок-диаграмму ВП Demo Read Voltage VI, расположенный в каталоге I:\Texts\AICil\for_LabVIEW, который служит для имитации считывания напряжения, пропорционального температуре. Например, если температура составляет 20 °C, то напряжение на выходе датчика будет равно 20 В.

Поместите на блок-диаграмму ВП Convert from Dynamic Data (преобразовать динамические данные), расположенный в палитре Functions → Express → Signal Manipulation. Этот ВП преобразует динамический тип данных. В конфигурационном диалоговом окне выберите пункт Single Scalar in списка Resulting data type.

Выберите функцию Multiply (Умножение), расположенную в палитре Functions → Numeric. Эта функция умножает считанное ВП Read Voltage VI напряжение на 100.0 для представления температуры в градусах Цельсия;

Щелкните правой кнопкой мыши по полю ввода данных у функции Multiply (Умножение) и в контекстном меню выберите пункт Create → Constant (Создать константу). Константе присвойте значение «100» и нажмите клавишу <Enter>.

В палитре Functions (Функций) в разделе Select a VI (Выбор ВП) выберите ВП Преобразование °C в °F, созданный в задании 3.1. Поместите его на блок-диаграмму. Этот ВП переведет градусы Цельсия в градусы Фаренгейта.

Выберите функцию Select (Выбор), расположенную в палитре Functions → Comparison. Эта функция выдает значения °C или °F в зависимости от состояния переключателя Масштаб шкалы.

Лицевая панель 9. Перейдите на лицевую панель. 10. Нажмите на кнопку непрерывного запуска, показанную слева. 11. Нажмите на кнопку непрерывного запуска еще раз для остановки ВП.

Иконка и соединительная панель

12. Создайте иконку, показанную ниже, чтобы использовать ВП в качестве подпрограммы.

13. Элементам управления и отображения данных поставьте в соответствие поля ввода и вывода данных, щелкнув правой кнопкой мыши по иконке

и выбрав пункт контекстного меню Show Connector (Показать поля ввода/вывода данных).

14. Сохраните ВП под именем Термометр, он будет использоваться позднее.

15. Закройте ВП, выбрав пункт главного меню File → Close.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных компонентов состоит Ваш ВП?
2. Что называется иконкой ВП?
3. Как создать иконку ВП?
4. Что такое соединительная панель ВП?
5. Как настроить соединительную панель ВП?
6. Как редактируется иконка ВП?
7. Как поместить подпрограмму ВП на блок-диаграмму?
8. Зачем нужна функция Select?
9. Как осуществляется непрерывный пуск ВП?
10. Поясните назначение каждого инструмента, используемого для редактирования иконки в Icon Editor (Редакторе иконки).

Практическая работа №4

МНОГОКРАТНЫЕ ПОВТОРЕНИЯ И ЦИКЛЫ ПРИ СОЗДАНИИ ВИРТУАЛЬНОГО ПРИБОРА В СРЕДЕ LabVIEW

Цель занятия:

- изучение основных структур среды LabView;
- измерение температуры с интервалом 1 секунда в течение одной минуты;
- использование сдвиговых регистров и узлов обратной связи для организации доступа к значениям на предыдущих итерациях цикла For (с фиксированным числом итераций);
- изучение организации доступа к значениям предыдущих итераций цикла.

Задание 4.1. ВП Измерение температуры во времени Ниже приведена последовательность действий для создания ВП, который использует ВП «Термометр» для измерения температуры 1 раз в секунду в течение одной минуты.

Лицевая панель

1. Откройте новый ВП и создайте лицевую панель, как показано ниже на рисунке:

Поместите Термометр, расположенный на палитре Controls → → Numeric, на блок-диаграмму для отображения на экране измерений температуры.

Поместите на лицевую панель цифровой элемент отображения данных, расположенный в палитре Controls → Numeric. Назовите его Секунды.

Блок-диаграмма

2. Создайте блок-диаграмму, показанную ниже.

Поместите ВП Термометр на блок-диаграмму. Для этого выберите Functions → Select a VI и укажите папку, в которой находится прибор, созданный в задании 3.2.

Щелкните правой кнопкой мыши по полю ввода данных Temp Scale (Шкала температур), в контекстном меню выберите пункт Create → → Constant. Константе присвойте значение FALSE – для градусов Фаренгейта и TRUE – для градусов Цельсия.

Поместите на блок-диаграмму функцию Wait Until Next ms Multiple, находящуюся в палитре Functions → Time and Dia- log. Функция Wait Until Next ms Multiple (ждать кратного значения), показанная слева, обеспечивает интервал между итерациями, равный интервалу времени, необходимому для того, чтобы миллисекундный счетчик достиг значения, кратного введенному пользователем. Щелкните правой кнопкой мыши по полю ввода данных и выберите пункт Create → Constant. Созданной константе присвойте значение 1000. Теперь каждая итерация цикла выполняется с интервалом времени 1000 мс (раз в секунду).

Поместите на блок-диаграмму функцию Increment (приращение), находящуюся в палитре Functions → Numeric. Эта функция добавляет 1 к значению счетчика итераций после завершения выполнения цикла.

3. Сохраните ВП под именем Измерение температуры во времени.
4. Запустите ВП.
5. Закройте ВП.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных компонентов состоит Ваш ВП?
2. Для чего предназначена структура последовательности Sequence Structure? Как добавить фрейм в Sequence Structure?
3. Какие приемы использования цикла While Вы знаете?
4. Как измерить температуру с интервалом 30 с в течение 2 мин?
5. Как и зачем используются сдвиговые регистры в ВП?
6. Зачем нужны узлы обратной связи?
7. Как добавить 1 к значению счетчика итераций после завершения выполнения цикла?
8. Для чего предназначена структура выбора Case? Какие типы данных можно подавать на терминал выбора структуры Case?
9. Для чего предназначен формульный блок Formula Node? Как создать терминал на границе блока Formula Node?
10. Назовите назначение терминалов в цикле For.

Практическая работа №5

РАБОТА С МАССИВАМИ В СРЕДЕ LabVIEW

Цель занятия:

- изучить типовые приемы создания массива элементов управления и отображения;
- изучить типовые приемы создания массива констант;
- изучить функции работы с массивами;
- освоить приемы работы с массивами.

Задание 5.1. ВП Работа с массивами

Выполните следующие шаги для создания ВП, который формирует массив случайных чисел, масштабирует полученный массив и выделяет из него подмножество.

Лицевая панель

1. Откройте новый ВП и создайте лицевую панель, как показано ниже:
 - а) в палитре Controls → Array & Cluster выберите шаблон массива;
 - б) созданному массиву присвойте имя Массив случайных чисел;
 - в) поместите внутрь шаблона массива цифровой элемент отображения, расположенный в палитре Controls → Numeric;
 - г) с помощью инструмента ПЕРЕМЕЩЕНИЕ измените размер массива таким образом, чтобы он содержал 10 элементов;
 - д) нажмите и удерживайте клавишу <Ctrl> и, перемещая элемент Массив случайных чисел, создать две его копии; е) копиям присвойте имена Конечный массив и Подмножество массива;
 - ж) создайте три цифровых элемента управления и присвойте им имена Масштабный коэффициент, Старт подмножества, Количество элементов подмножества;
 - з) щелкните правой кнопкой мыши по элементам Старт подмножества и Количество элементов подмножества, в контекстном меню выберите пункт Representation, затем пункт 132; к) значения элементов управления данных пока не изменяйте.

Блок-диаграмма

2. Постройте блок-диаграмму, как показано ниже.

Выберите функцию Random Number (0-1), расположенную в палитре Functions → Numeric. Эта функция будет генерировать случайное число в пределах от 0 до 1.

Выберите цикл For, расположенный в палитре Functions → Structures. Этот цикл на терминале выхода накапливает массив из 10 случайных чисел. Терминалу количества итераций присвойте значение 10.

Выберите функцию Array Subset, расположенную в палитре Functions → Array. Эта функция выдает подмножество массива, начиная со значения, вве-

денного в элементе Старт подмножества, и будет содержать количество элементов, указанное в элементе Количество элементов подмножества. 3. Сохраните ВП под именем Работа с массивами.

Запуск ВП

4. Перейдите на лицевую панель, измените значения элементов управления и запустите ВП. Цикл For совершит 10 итераций. Каждая итерация создаст случайное число и сохранит его в терминале выхода из цикла. В элементе Массив случайных чисел отобразится массив из 10 случайных чисел. ВП умножит каждое значение этого массива на число, введенное в элемент управления Масштабный коэффициент, для создания массива, отображаемого в индикаторе Конечный массив. ВП выделит подмножество из получившегося массива, начиная со значения в элементе Старт подмножества длиной, указанной в элементе Количество элементов подмножества, и отобразит это подмножество в индикаторе Подмножество массива.

5. Закройте ВП.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных компонентов состоит Ваш ВП?
2. Какие типовые приемы создания массива констант Вы знаете?
3. Какие функции работы с массивами Вы знаете?
4. Что такое полиморфные функции? 5. Как создать многомерный массив?
6. Какие функции создания массивов Вы знаете? 7. Как создать двумерный массив в цикле For?
8. Как объединить два одномерных массива в двумерный массив?
9. Как объединить два одномерных массива в более длинный массив той же размерности?
10. Каково назначение элемента Старт подмножества в подпрограмме ВП?
11. Какая функция генерирует случайное число в пределах от 0 до 1?
12. Как выбирается количество элементов подмножества в подпрограмме ВП?

Практическая работа №6

СОЗДАНИЕ КЛАСТЕРОВ ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ. РАБОТА С КЛАСТЕРАМИ. МАСШТАБИРОВАНИЕ КЛАСТЕРА

Цель занятия:

- изучение типовых приемов создания кластеров и функций отображения кластеров;
- создание кластеров на лицевой панели;
- сборка и демонтаж кластеров с использованием функций обработки кластеров;
- создание ВП, использующего полиморфизм в кластерах.

Задание 6.1. ВП Работа с кластерами Лицевая панель

1. Откройте новый ВП и создайте лицевую панель, как показано ниже:
 - а) поместите на лицевую панель кнопку «Стоп» и круглый светодиод;
 - б) из палитры Controls → Array & Cluster выберите шаблон кластера;
 - в) объекты лицевой панели, показанные на иллюстрации, поместите в шаблон кластера;
 - г) создайте и переименуйте копию элемента Кластер в Модифицированный Кластер. После этого щелкните правой кнопкой мыши по границе шаблона кластера Модифицированный Кластер и выберите из контекстного меню пункт Change to Indicator;
 - д) повторите пункт «г» для создания элемента Маленький кластер; измените его, как показано на рисунке.
2. Проверьте порядковые номера элементов в кластерах Кластер и Маленький кластер. Порядковые номера элементов кластера Модифицированный кластер и Кластер должны совпадать:
 - а) щелкните правой кнопкой мыши по границе шаблона каждого кластера, из контекстного меню выберите пункт Reorder Controls in Cluster;
 - б) порядковые номера элементов установите, как показано ниже.

Блок-диаграмма

3. Создайте блок-диаграмму, как показано ниже.

Из палитры Functions → Cluster выберите функцию Unbundle. Эта функция разъединяет кластер Кластер. Измените размер этой функции до четырех полей ввода данных или соедините терминал данных кластера с функцией для автоматического добавления полей ввода данных.

Из палитры Functions → Cluster выберите функцию Bundle. Эта функция объединит элементы в кластер Маленький кластер.

Из палитры Functions → Cluster выберите функцию Unbundle by Name. Эта функция выделит два элемента из кластера Кластер. Измените размер функции до двух полей вывода данных. Если имена в полях вывода данных отличаются от показанных на иллюстрации, следует щелкнуть правой кнопкой мыши по имени элемента и в контекстном меню войти в раздел Select Item.

Из палитры Functions → Numeric выберите функцию Increment. Эта функция добавит 1 к значению элемента Число.

Из палитры Functions → Boolean выберите функцию Not. Эта функция выдаст логическое отрицание элемента Логический 1.

Из палитры Functions → Cluster выберите функцию Bundle by Name. Эта функция изменит значения элементов Число и Логический1 в кластере Кластер и создаст кластер Модифицированный кластер. Измените размер этой функции на два поля ввода данных. Если имена в полях вывода данных отличаются от показанных на иллюстрации, следует щелкнуть правой кнопкой мыши по имени элемента и в контекстном меню войти в раздел Select Item.

4. Сохраните ВП под именем Работа с кластерами. vi.

5. Перейдите на лицевую панель и запустите ВП.

6. Поменяйте значения элементов в кластере Кластер и запустите ВП.

7. Закройте ВП.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных компонентов состоит Ваш ВП?
2. Что понимается под термином «Кластер»?
3. Какие типовые приемы создания кластеров Вы знаете?
4. Какие функции отображения кластеров Вы знаете?
5. Как создать кластер на лицевой панели?
6. Как собираются и демонтируются кластеры?
7. Какие функции обработки кластеров Вы знаете?
8. Что такое полиморфизм в кластерах?
9. Как создать модифицированный кластер?
10. Каково основное отличие кластера от массива?
11. Каков порядок размещения элементов в кластере?
12. Как посмотреть и изменить порядковый номер объекта, помещенного в кластер?
13. Как изменить количество полей ввода/вывода в кластере?
14. Как устанавливают размер кластера?
15. Каков размер кластера по умолчанию?
16. Как создать и переименовать копию элемента «Кластер»?

Практическая работа №7

ГРАФИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ ДАННЫХ

Цель занятия:

- приобрести навыки по использованию цикла For и графика Диаграмм для получения и отображения данных;
- создать массив, используя свойство автоиндексации цикла For и вывести данные массива на график Осциллограмм;
- отобразить данные на графике и проанализировать их.

Задание 7.1. ВП Температурный анализ

Ниже приведена последовательность действий для создания ВП, который измеряет температуру каждые 0,25 с в течение 10 с. В процессе измерения ВП в реальном масштабе времени отображает данные на графике Диаграмм. После завершения измерений ВП выводит данные на график Осциллограмм и рассчитывает минимальную, максимальную и среднюю температуру. Кроме того, ВП отображает аппроксимацию осциллограммы температуры.

Лицевая панель

1. Откройте новый ВП и создайте лицевую панель, как показано ниже на рисунке.

а) Выберите график Диаграмм (Waveform Chart) из палитры Controls → Graph и поместите его на лицевую панель. На графике Диаграмм будет отображаться значение температуры в реальном масштабе времени. Введите текст Температура в поле собственной метки графика.

Обратите внимание на то, что на панели управления графиком (chart legend) введен текст Plot 0. Измените текст на Температура с помощью инструмента ВВОД ТЕКСТА

Введите текст Градусы F в поле собственной метки оси ординат графика.

Введите текст Время (с) в поле собственной метки оси абсцисс графика.

б) Щелкните правой кнопкой мыши по графику и выберите пункт Properties. Появится диалоговое окно Chart Properties (свойства графика). Перейдите на закладку Format and Precision и установите значение параметра Digits of precision (порядок точности) равное 2.

в) Нажмите на закладку Plots и установите стиль точек на графике диаграмм в виде x.

г) Выберите график Осциллограмм (Waveform Graph) из палитры Controls → Graph и поместите его на лицевую панель. На графике Осциллограмм будут отображаться значения температуры по завершении работы ВП и их аппроксимация. С помощью инструмента ПЕРЕМЕЩЕНИЕ измените размер панели plot legend. С помощью инструмента ВВОД ТЕКСТА переименуйте График 0 в Промежуточный, а График 1 – в Аппроксимированный.

Измените названия осей и собственные метки графика осциллограмм согласно рисунку лицевой панели.

Установите стиль точек осциллограммы Промежуточный в виде маленького квадрата.

Пока не создавайте элементы отображения данных Среднее, Макс, и Мин.

Блок-диаграмма

2. Постройте блок-диаграмму, как показано ниже.

Выберите Термометр.vi, созданный в задании 3.2, и поместите его на блок-диаграмму. Этот ВП выдает одно измеренное значение температуры.

В палитре Functions → Time & Dialog выберите функцию Wait Until Next ms Multiple. С помощью числовой константы на поле ввода функции подайте значение 250, что заставит цикл For выполняться каждые 0,25 с.

В палитре Functions → Array выберите функцию Array Max & Min. Эта функция определяет минимум и максимум температуры.

В палитре Functions → Analyze → Mathematics → Probability and Statistics выберите ВП Mean VI. Этот ВП определяет среднее значение измеренной температуры. Щелкните правой кнопкой мыши по полю вывода данных Array Max & Min и ВП Mean VI и выберите в контекстном меню пункт Create → Indicator для создания элементов Максимальное, Минимальное и Среднее.

В палитре Functions → Analyze → Mathematics → Curve Fitting (сглаживание) выберите ВП General Polynomial Fit (основная полиномиальная аппроксимация). Этот ВП проведет аппроксимацию осциллограммы температуры.

В палитре Functions → Cluster выберите функцию Bundle. Нажмите и удерживайте клавишу <Ctrl> во время перемещения функции для создания ее копии. Эта функция объединяет элементы в одномерный кластер. Элементы содержат начальное значение $x_0 = 0$, Δx и массив значений температуры по y . Значение $\Delta x = 0,25$ необходимо для того, чтобы ВП выводил значения температуры на график Осциллограмм каждые 0,25 секунды.

В палитре Functions → Array выберите функцию Build Array. Эта функция создает массив кластеров из группы измеренных данных температуры и их аппроксимации. 3. Сохраните ВП под именем «Анализ температуры».

Запуск ВП

4. Перейдите на лицевую панель и запустите ВП. На графике Осциллограмм одновременно появятся осциллограммы данных температуры и их аппроксимации.

5. Поменяйте значения константы порядка аппроксимации на блок-диаграмме и снова запустите ВП.

6. Измените вид представления осциллограмм:

а) Щелкните правой кнопкой мыши по надписи Промежуточный на панели Plot legend и выберите в контекстном меню Common Plots → Scatter Plot (экспериментальные точки);

б) Щелкните правой кнопкой мыши по надписи Аппроксимированный на панели Plot legend и в разделе Bar Plots контекстного меню выберите вторую иконку в средней строке. Получившийся график осциллограмм должен оказаться подобным изображенному ниже.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные элементы графика Диаграмм. Для чего он предназначен?
2. Назовите основные элементы графика Осциллограмм. Для чего он предназначен?
3. Какие режимы отображения данных на графике Диаграмм Вы знаете?
4. С какими данными работает график множества Осциллограмм?
5. Какая функция определяет среднее значение массива?
6. Какая функция определяет минимальное и максимальное значение массива?
7. Какой ВП служит для аппроксимации графика Осциллограмм в Вашем ВП?
8. Как установить определенный стиль точек, цвет и тип линии на графике?

Практическая работа №8

СТРОКИ И ТАБЛИЦЫ

Цель занятия:

- изучить создание строковых элементов управления и отображения данных;
- приобрести навыки по использованию функций обработки строк;
- изучить создание элемента управления и отображения Таблица.

Задание 8.1. ВП Компоновка строки

Ниже приведена последовательность действий для создания ВП, который преобразует числовые данные в строку и объединяет строку с другими строками в одну. Затем после поиска по шаблону выводится на экран индекс первого элемента после указанного символа.

Лицевая панель

1. Откройте новый ВП и оформите лицевую панель, как показано ниже на рисунке. Воспроизводить комментарии и подписи к элементам не обязательно.

а) Щелкните правой кнопкой мыши по элементу Строка 2 и выберите из контекстного меню режим отображения ‘\’ Codes Display.

б) Для элементов Длина строки и Смещение повторяющейся последовательности установите тип представления данных 132.

Блок-диаграмма

2. Постройте блок-диаграмму, как показано ниже:

Выберите функцию Format Into String, расположенную в палитре Functions → String. Эта функция преобразует число в строку.

а) Щелкните правой кнопкой мыши по функции Format Into String и выберите пункт Edit Format String для вызова соответствующего диалогового окна.

б) Выделите опцию Use specified precision (использовать определенную точность) и в поле ввода текста введите значение 4 для преобразования элемента Число в строку с четырьмя знаками после запятой.

в) Нажмите на кнопку ОК. LabVIEW создаст формат строки %.4f, используя выбранную опцию.

г) С помощью инструмента ВВОД ТЕКСТА введите пробел с обеих сторон %.4f и нажмите клавиши <Shift + Enter>. Таким образом, на элементе Комбинированная строка числовые данные появятся с пробелами с обеих сторон.

д) Щелкните правой кнопкой мыши по константе и выберите режим отображения ‘\’ Codes Display из контекстного меню. Введенные пробелы заменятся на \.

Выберите функцию Concatenate Strings, расположенную в палитре Functions → String. Эта функция объединит входящие в нее строки в одну.

Выберите функцию String Length, расположенную в палитре Functions → String. Эта функция выдаст значение количества символов в объединенной строке Комбинированная строка.

Выберите функцию Match Pattern, расположенную в палитре Functions → String. Эта функция осуществляет поиск в элементе Строка 2 по шаблону : (двоеточие).

е) Щелкните правой кнопкой мыши по полю regular expression (постоянное выражение) и выберите пункт контекстного меню Create → Constant, введите двоеточие и нажмите на клавиши <»Shift + Enter>.

Иконка ВП и соединительная панель

3. Перейдите на лицевую панель и создайте иконку и соединительную панель для использования созданного ВП в качестве подпрограммы в других ВП.

4. Сохраните ВП под именем Компоновка строки.vi. Этот ВП будет использоваться позднее. Запуск ВП

5. Измените значение элементов на лицевой панели и запустите ВП. ВП объединит элементы: Заголовок, Число и Завершение строки в строку Комбинированная строка и выдаст значение Длины строки. ВП также найдет месторасположение подстроки : в элементе Строка 2. При выполнении ВП выводит на экран индекс первого элемента после двоеточия в элемент Смещение повторяющейся последовательности.

6. Сохраните и закройте ВП.

Контрольные вопросы

1. Как создать строковый элемент управления и отображения данных?
2. Назовите типы отображения строкового объекта.
3. Назовите основные функции работы со строками.
4. С помощью какой функции можно преобразовать числовые данные в строку?
5. Какая функция позволяет подсчитывать количество символов в строке?
6. Какая функция позволяет объединять строки и одномерные массивы строк в отдельную строку?
7. Как создать элемент управления Таблица? Для чего он предназначен?
8. Какая функция позволяет преобразовывать двумерный массив чисел в двумерный массив строк?

Практическая работа №9

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Цель занятия: Ознакомиться с аппаратными и программными средствами системы измерения и регулирования температуры, построенной на основе модулей сбора данных ADAM серии 4000.

Порядок выполнения работы

- 1) Подключить лабораторный стенд к com-порту компьютера.
- 2) Включить питание стенда.
- 3) Включить компьютер и открыть программу управления лабораторным стендом.
- 4) Изучить пользовательский интерфейс программы и ее работу, изменяя настройку и задание регулятора (рекомендуется взять 3-4 различных значения гистерезиса).
- 5) Сделать вывод о влиянии величины гистерезиса на качество регулирования температуры лампочки.
- 6) Во второй части работы ознакомиться с кодом программы управления лабораторным стендом, который можно открыть с помощью верхнего меню (*Window → Show block diagram*) или нажатием Ctrl + E.
- 7) Видоизменить программу в соответствии с выданным вариантом.
- 8) Закрыть виртуальный прибор, не сохраняя изменения.

Контрольные вопросы

1. Расскажите об устройстве лабораторной установки.
2. Как в эксперименте определяется температура объекта исследования?
3. Объясните схему лабораторного стенда.
4. Для чего предназначен модуль ADAM-4011?
5. При помощи чего ADAM-4011 подключается к ПК?
6. Какой закон регулирования используется в системе?
7. При помощи чего осуществляется закон регулирования?
8. Поясните порядок выполнения работы.
9. Почему необходимо сначала подключить установку к компьютеру, а лишь затем включать ПК?

Практическая работа №10

ИЗУЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель работы: изучение классификации средств автоматизации измерений и элементов процесса автоматизации измерений

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретическое содержание работы.
2. По заданию преподавателя опишите средства автоматизации измерений, применяемые в пищевой промышленности;
3. Оцените положительный экономический эффект от использования средств автоматизации измерений.
4. Составление отчета о работе.

Теоретический материал

Средства измерений – приспособления, применяются для осуществления измерений, которые включают в себя измерительные приборы, датчики, системы.

Такие приборы применяются для определения конкретной величины различных параметров тела с последующим отображением полученных данных с целью обработки, анализа и передачи.

Постоянное увеличение числа измерений, высокая сложность исследуемых деталей, необходимость в высокой степени точности приводят к увеличению трудозатрат и, в конечном итоге, к возрастанию стоимости измерений. Поэтому необходимо разработка специальных автоматизированных комплексов, классификация которых приведена на рис. 1.



Рис. 1. Классификация средств автоматизации измерений

Автоматизация заключается в следующих пунктах:

1. Разработка приспособлений, в которых все операции выполняются автоматически.
2. Замена косвенных измерений прямыми.
3. Создание измерительных средств с расширенными функциональными возможностями.
4. Применение процессоров и разработка приборов с их использованием.
5. Создание универсальной базы информационных измерительных систем.

Целями автоматизации являются:

- повышение производительности;
- снижение экономических издержек;
- повышение точности измерений за счет отсутствия субъективной составляющей погрешности;
- упрощенная систематизация получаемых данных;
- оптимизация контроля выпускаемой продукции.

Для автоматизации процессов измерений необходимо автоматизировать нужное для этого оборудование, например микропроцессоры.

В измерительных приборах процессор может выполнять следующие функции:

1. Полное управление средствами измерений или отдельными их частями;
2. Обработка и вывод полученных данных в цифровом варианте;
3. Использование математической модели для уменьшения погрешностей;
4. Увеличение числа функций у одного измерительного прибора;
5. Самодиагностика неисправностей;
6. Автоматическая самостоятельная калибровка.

Шаг автоматизации - достигнутая степень автоматизации при постепенном переходе к более высокой ступени автоматизации.

Применение компьютеризации в составе автоматизированного комплекса значительно повышает многофункциональные способности его использования и увеличивает достоверность замеров и подлинность контроля. Качество системы в данном случае связано с качеством ПО для функционирования измерительного оборудования, к тому же, с улучшением качества программного обеспечения улучшается оптимизация и точность измерений.

Математические модели и алгоритмы измерений для измерительных информационных систем

Поскольку области применения измерительных информационных систем (ИИС) весьма обширны (промышленное и сельскохозяйственное производство, медицина и космос, искусство и научный эксперимент, АСУТП и АСУ, связь и вычислительные системы), математические модели объектов чрезвычайно разнообразны. Однако методы математического моделирования

позволяют одинаковыми формулами представлять различные по своей природе объекты и использовать для исследования и решения задач оптимизации и синтеза ИИС электронно-вычислительные машины и ПЭВМ.

Математическая модель объекта измерения включает описание взаимодействия между переменными входа и выхода для установившегося и переходного состояний, т.е. модели статики и динамики, граничные условия и допустимое изменение переменных процесса.

Если переменные объекта изменяются только во времени, то модели, описывающие свойства таких объектов, называются *моделями с сосредоточенными параметрами*. Модели объектов исследований, переменные которых изменяются как во времени, так и в пространстве, называются *моделями с распределенными параметрами*.

Различают три основных метода получения математических моделей объектов исследования:

- аналитический;
- экспериментальный;
- экспериментально-аналитический.

В последние годы при создании ИИС широко используется математическое моделирование, реализующее цепочку: «объект — модель — вычислительный алгоритм — программа для ПЭВМ — расчет на ПЭВМ — анализ результатов расчета — управление объектом исследования».

Ядро вычислительного эксперимента: модель — алгоритм — программа калибрует и формирует оптимальную модель объекта исследования.

Так, Э. И. Цветков оценку измеряемой величины представляет выражением

$$\lambda^* = R_u[P(\lambda), \lambda_0],$$

где P — оператор, представляющий алгоритм измерений;

$P(\lambda)$ — сигнал, несущий информацию измеряемой величины о значении измеряемой величины;

λ_0 — мера, образцовая величина, лежащая в основе операции сравнения.

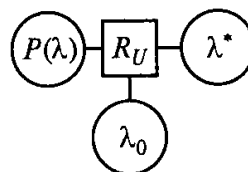


Рис. 2 - К-сеть процедуры измерения величины

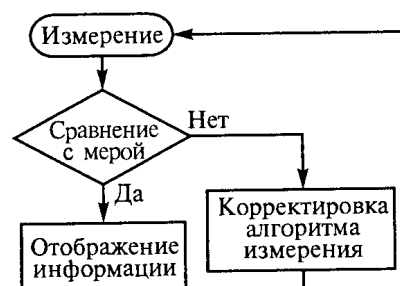


Рис. 3 - Схема алгоритма измерения

Графически этот процесс представлен на рис. 2.

Тот же процесс М. П. Цапенко предлагает записать в форме содержательных логических схем алгоритмов (СЛСА), которая отражает параллельную работу самостоятельных измерительных каналов:

$$\langle I_i \rangle = :I_1(x_{01}/x_{11}) \ I_1(x_{11}/x_{21}) \ I_1(x_{21}/z_1) // \dots // \langle I_i \rangle.$$

Наиболее простой и распространенной формой алгоритмической структуры является схема, приведенная на рис. 3.

Разновидности измерительных информационных систем

Измерительные информационные системы, предназначенные для измерения и хранения информации, называются *измерительными системами* (ИС).

Измерительные системы могут быть ближнего или дальнего действия. На вход системы поступает множество изменяющихся во времени и (или) распределенных в пространстве величин $\{x_i(t, s)\}_i^n$. Упрощенная классификация измерительных систем представлена на рис. 4.

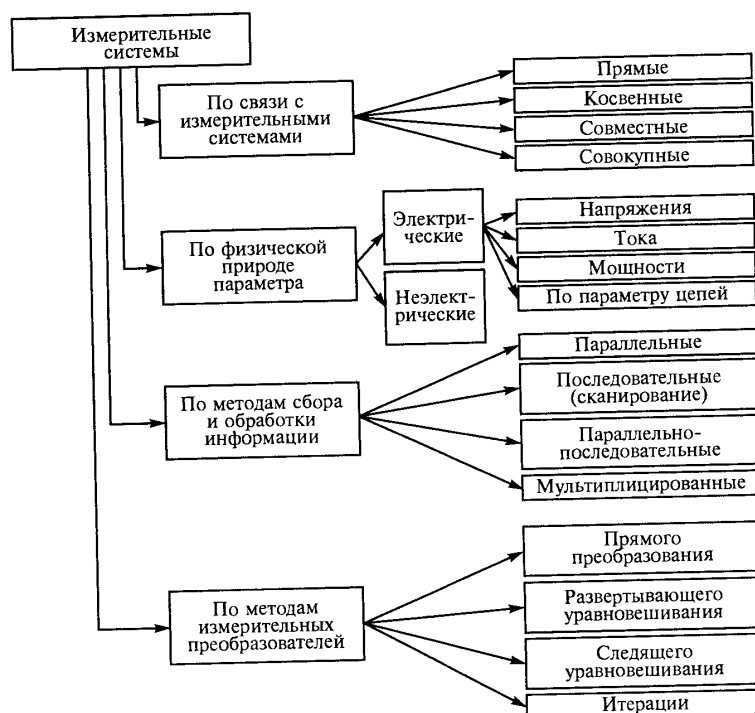


Рис. 4. Упрощенная классификация измерительных систем

Практическая работа №11

ИЗУЧЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Цель работы: изучение основных понятий виртуальных информационно-измерительных приборов и средств тестирования

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретическое содержание работы.
2. Предложите варианты применения виртуальных информационно-измерительных систем в пищевой промышленности;
3. Предложите вариант интерфейса виртуальной информационно-измерительной системы для контроля параметров качества пищевого продукта
4. Составление отчета о работе

Теоретический материал

Понятие «виртуальные приборы» (Virtual Instruments) появилось на стыке измерительной, информационной и компьютерной техники. Виртуальный информационно-измерительный прибор или система — это компьютер, оснащенный набором аппаратных и программных средств, выполняющий функции информационно-измерительного прибора или системы, максимально приближенный к решению задачи. В научных исследованиях, диагностических, статистических и интеллектуальных системах компьютеры используются для решения задач управления измерительными экспериментами, сбора, регистрации, обработки и систематизации данных, представления и хранения результатов наблюдений. При этом часть функций и операций осуществляется не аппаратно, а программно с помощью персонального компьютера. Аппаратная информационно-измерительная часть приборов и систем реализуется в конструктиве стандартной платы и автономного модуля компьютера. Функции, передаваемые компьютеру, обычно связаны с организацией взаимодействия пользователя и компьютера с привычной для пользователя атрибутикой — панели, ручки управления, т.е. в этом случае работа с виртуальными приборами (ВП) оказывается аналогичной работе с традиционными приборами и пультами управления.

Информационные технологии вывели измерительную технику на новый уровень, позволяющий быстрее и с меньшими затратами разрабатывать информационно-измерительные приборы и системы различной сложности: от измерения параметров до ввода и обработки видеоизображений с передачей результатов через внешнюю сеть на любые расстояния. Появление измерительных информационных приборов и систем с применением виртуальных технологий связано:

- с широким распространением персональных компьютеров, имеющих высокое быстродействие, большие объемы памяти, практически неограничен-

ные графические возможности, позволяющие создать функционирующие в реальном масштабе времени виртуальные измерительные устройства, с высокой степенью подобия, воспроизводящие поведение тех или иных физических приборов и систем;

- созданием автоматизированных информационно-измерительных систем различного назначения, таких как автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) и комплексных испытаний (КИ), физические и космические объекты и др.;
- возможностью реализации в весьма компактной форме приборов и модулей;
- появлением измерительного программирования (ИП), под которым понимается программирование для информационно-измерительной техники и систем, позволяющее ей проводить измерение, контроль, диагностирование или распознавание образов, включая функции сбора, передачи, обработки, представления измерительной информации и управления измерительным экспериментом.

Средства измерения и тестирования

Функциональные возможности хорошо знакомых традиционных измерительных приборов заданы их производителем, и изменить число каналов достаточно проблематично. А так как никакой производитель не в состоянии охватить все многообразие реальных задач, это в значительной степени затрудняет подбор оптимального комплекта оборудования с требуемыми параметрами и его настройку. Виртуальный прибор снимает это ограничение. Основой стали открытые, а значит, доступные всем разработчикам и производителям стандарты на универсальное оборудование, что позволяет выбирать лучшие из существующих на рынке решений и компоновать из них специализированные системы.

Виртуальный прибор (ВП) представляет собой комбинацию компьютера, универсальных аппаратных средств ввода-вывода сигналов и специализированного программного обеспечения (ПО), которое, собственно, и определяет конфигурацию и функционирование законченной системы. По сути, в руках создателя системы — конструктор, из которого даже не искушенный в компьютерных технологиях инженер или исследователь может построить измерительный прибор любой сложности. В этом случае, скорее, требования задачи и соответствующее этому ПО, а не возможности прибора определяют функциональные характеристики законченного прибора.

На рис. 1 приведена панель виртуального хронопотенциографа, с помощью которого можно осуществлять все процедуры и измерения, описанные ниже.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИОМЕТР

ТОК ОСАЖДЕНИЯ [мА]

ТОК РАСТВОРЕНИЯ [мА]

ВРЕМЯ ОСАЖДЕНИЯ [с]

ВРЕМЯ РАСТВОРЕНИЯ
ХИМ. ЭЛЕМЕНТА [с]

РЕЗУЛЬТАТ АНАЛИЗА
СОДЕРЖАНИЕ ХИМ.
ЭЛЕМЕНТА В ВОДЕ [мг/л]

НАЧАЛО ОСАЖДЕНИЯ

0,237

НАЧАЛО РАСТВОРЕНИЯ
ХИМ. ЭЛЕМЕНТА

-0,263

КОНЕЦ РАСТВОРЕНИЯ
ХИМ. ЭЛЕМЕНТА

0,237

КОНЕЦ РАСТВОРЕНИЯ
ХИМ. ЭЛЕМЕНТА

-0,263

ВРЕМЕННАЯ ДИАГРАММА

Э-Х ХАРАКТЕРИСТИКА

СПРАВКА

СТАРТ

СТОП

Рис. 1. Лицевая панель виртуального хронопотенциографа

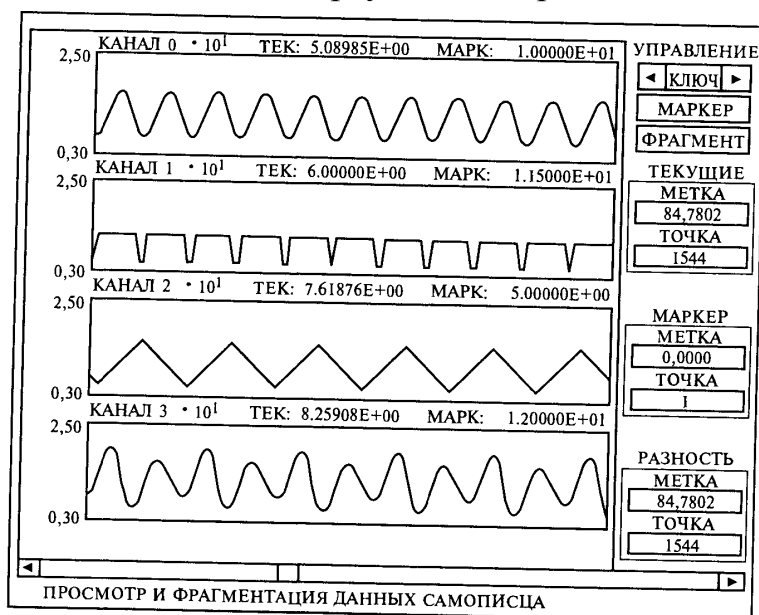


Рис. 2. Лицевая панель самописца

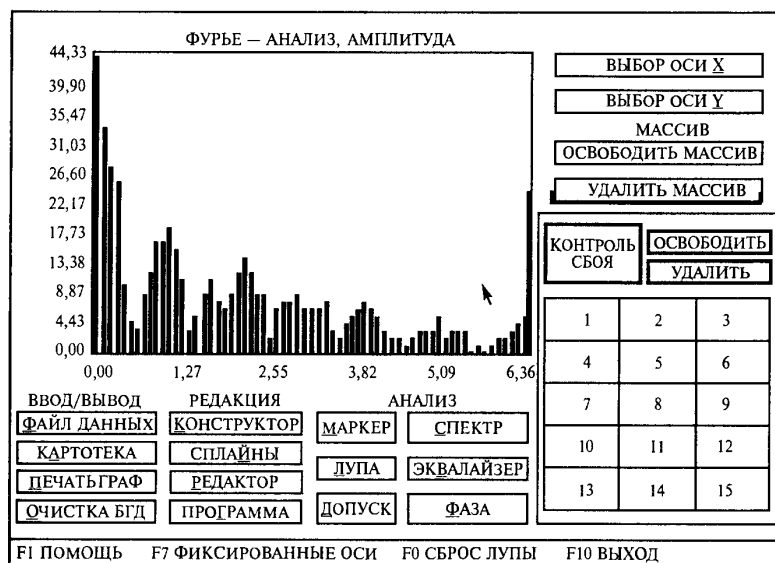


Рис. 3. Лицевая панель анализатора спектра

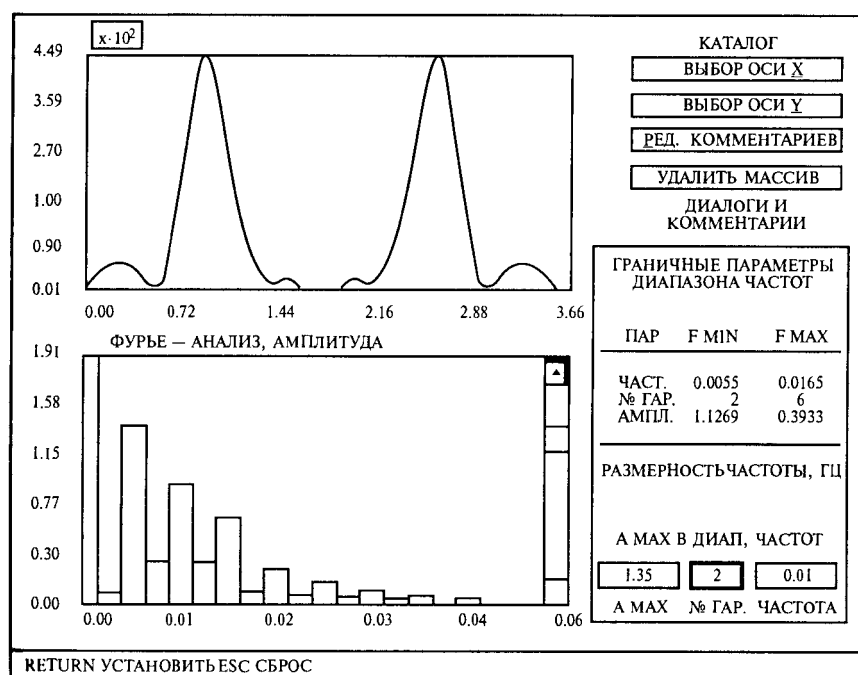


Рис. 4. Лицевая панель эквалайзера

Самописец. Программируемое число дорожек, калибровка по физическим параметрам, т. е. вывод данных на самописец производится в той размерности, которая удобна пользователю, возможность включения-выключения записи на магнитный носитель. Сервис режима (рис. 2) позволяет осуществлять просмотр и фрагментацию данных с записью фрагментов в файл или картотеку лаборатории.

Анализатор спектра. Анализатор спектра имеет число гармоник 2 ... 1024. Он позволяет получить амплитуды и фазы гармоник, а также коэффициенты Фурье разложения входного сигнала. Полученные данные могут быть использованы для гармонической аппроксимации этого сигнала (рис. 3).

Практическая работа №12

ИЗУЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Цель работы: изучение основных функциональных возможностей программного обеспечения виртуальных информационно-измерительных приборов

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретическое содержание работы.
2. Опишите современные разновидности программного обеспечения виртуальных информационно-измерительных приборов.
3. Опишите области применения, преимущества и недостатки применения современных разновидностей программного обеспечения виртуальных информационно-измерительных приборов.
4. Составление отчета о работе

Теоретический материал

Типовая архитектура ПО ИИС, которая отражает современное представление об измерительном программировании, имеет обычно три уровня: уровень метасистемы, системный уровень, уровень рабочих процедур. На метасистемном уровне проводится настройка измерительного программного обеспечения (ИПО) в соответствии с различными факторами: требованиями пользователей двух нижних уровней, аппаратного обеспечения, прикладной области и т.д.

Системный уровень предоставляет возможность на базе информации предыдущего уровня создать измерительную процедуру и снабдить ее интерфейсом пользователя в виде виртуальной приборной панели и необходимыми данными о параметрах используемых средств и методик измерений, а также драйверами связи с аппаратными исполнителями измерительной процедуры и форматами представления результатов измерений в виде твердой копии или в формате, совместимом с принятым в базе данных. Нижний уровень отражает выполнение в реальном масштабе времени сформированной на верхних уровнях рабочей процедуры. Основные особенности, характеризующие новые направления ИП в сравнении с традиционными, приведены в табл. 1.

Замена текстового представления графическим делает представление измерительных данных и процедур более наглядным, не создает языкового барьера, рисунок выражает смысл информации в более компактных единицах, например, графическое программное обеспечение LabVIEW фирмы National Instruments (США).

Таблица 1

Характеристика	Традиционный подход	Новый подход
Аппаратная поддержка	Обычный прибор	Виртуальный прибор
Окружение	Текстовое	Графическое
Синтаксис языка измерительного программирования	Текстовый	Графический
Тип управления выполнением процедуры	Последовательное управление	Управление потоками данных
Стиль программирования	Процедурно-ориентированный	Объектно-ориентированный

Пакет LabVIEW - графическая альтернатива обычному программированию - предназначен для создания измерительных систем и представляет собой программные средства, которые требуются при работе в области мониторинга, испытаний и измерений. С помощью LabVIEW можно создавать графические программы - виртуальные приборы, вместо написания традиционных программ.

Программы в LabVIEW именуются виртуальными приборами, так как способ общения с ними напоминает реальные приборы. Виртуальные приборы играют ту же роль, что и функции в обычных языках программирования, и представляют собой совокупность следующих элементов:

- интерактивного интерфейса с пользователем, называемого лицевой панелью, содержащей органы управления и индикаторы, которые управляются с помощью мыши или клавиатуры;
- блок-схемы, конструируемой на графическом языке и являющейся исходным кодом для ВП;
- условного графического символа (пиктограммы), обозначающего ВП, и интерфейса с другими ВП (соединителя), который выполняет ту же роль, что и список параметров функции или программы в обычных языках программирования.

Программирование управляемым потоком данных находит все большее применение в измерительном графическом программировании (LabVIEW). Программирование, управляемое потоком данных, позволяет избавиться от линейной архитектуры языков, основанных на тексте. Так как порядок выполнения программы в этом случае определяется потоком данных между узлами, а не последовательными строками текста, можно создавать программы, которые имеют многократные маршруты данных и одновременно выполнимые операции. Независимые маршруты данных осуществляются параллельно. В обычном языке программирования организация параллельных операций требует наличия механизмов, поддерживающих так называемые семафоры, мониторы или рандеву. Параллельные процессы при управлении потоком данных не связаны с дополнительными затратами.

Одни классы могут наследовать структуру одного или более других

классов, называемых суперклассами; подклассы определяют наследуемую от классов спецификацию более подробно. Наследование дает возможность, используя уже созданные объекты, расширять свойства старых объектов путем изменения внутренних методов. Так как объекты взаимодействуют в программе между собой с помощью некоторого набора сообщений, изменение внутренних качеств и сохранение прежнего стиля позволяют легко модифицировать имеющиеся наработки под новые запросы. Наследование в сочетании с применением виртуальных функций дает возможность использовать такое свойство, как полиморфизм, — однотипное обращение с различными типами данных и функций.

Недавно на пути развития технологии программирования приборов появилась новая многообещающая идея. Она называется ГУТ (Interchangeable Virtual Instruments) — взаимозаменяемые виртуальные инструменты. Основная идея такова. Все приборы одного класса имеют большую, общую для всех приборов группу функций. Например, все цифровые мультиметры (DMM) измеряют постоянное и переменное напряжение, сопротивление, а также выполняют другие функции. Если эти функции выделить в I V I Class Driver для класса DMM Class, то часть программы, отвечающая за управление цифровыми мультиметрами, не будет зависеть от конкретного прибора и его драйвера. Следует отметить высокое качество и надежность приборных драйверов VXI plug & play, что не связано с концепцией классов драйверов IVI Class Driver, а реализуется другими средствами.

В настоящее время развивается направление по разработке виртуальных измерительных систем, широко использующих возможности современных компьютеров, компьютерной графики, перспективных методов и средств измерений, цифровой обработки информации и эффективных «plug & play» мультимедиа-технологий при создании программного и технологического обеспечения. Основные области применения таких систем следующие:

- экспериментальные научные измерения и исследования реализуются в виде универсальных (функционально ориентированных) приборов в виртуальном исполнении (осциллографы, анализаторы, генераторы, синтезаторы сигналов, мультиметры, вольтметры, частотомеры, мультиплексоры и др.) и специальных (проблемно-ориентированных) систем, применяемых в спектроскопии, акусто- и сверхпроводниковой электронике, в поляризованных исследованиях оптических светодиодов, изучении распространения электромагнитного излучения в газах и атмосфере, дистанционном зондировании Земли и планет и др.;
- разработка семейства новых универсальных компьютерных приборов, синтезированных программным путем, среди которых можно выделить приборы с блоком оценки и представления точности характеристик прибора и измерений;
- виртуальные системы учебного назначения: практикумы и тренажеры, электронные каталоги и инструкции к серийно выпускаемым приборам, построенные на адекватных моделях устройств.

Практическая работа №13

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕРМОМЕТРОВ

Цель работы: Изучение конструкции и принципа работы термоэлектрических термометров, используемых для автоматизации измерений температуры

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретическое содержание работы.
2. По заданию преподавателя выберите отрасли пищевой промышленности и изучите особенности и конкретные примеры применения термоэлектрических термометров в этой отрасли;
3. Опишите преимущества и недостатки различных видов термоэлектрических термометров и потенциометров для применения в пищевой промышленности.
4. Опишите перспективы применения термоэлектрических термометров для автоматизации измерений.
5. Составление отчета о работе.

Теоретический раздел

Измерение температуры термоэлектрическими преобразователями основано на термоэлектрическом эффекте Зеебека: в замкнутой цепи, состоящей из двух или более разнородных проводников, возникает электрический ток, если хотя бы два места соединения (спая) проводников имеют разную температуру.

Цепь, состоящая из двух разнородных проводников (рис. 1), называется *термоэлектрическим преобразователем* (ТЭП). Спай, имеющий температуру t , называется горячим или рабочим, а второй, имеющий постоянную температуру t_0 — холодным, или свободным. Проводники A и B называются термоэлектродами. Термоэлектрический эффект объясняется наличием в металле свободных электронов, число которых в единице объема различно для разных металлов. В спаях с температурой электроны из металла A диффундируют в металл B в большем количестве, чем обратно. Поэтому металл A заряжается положительно, а металл B — отрицательно.

Если для данной термопары найдена зависимость $E_{AB} = f(t)$, определяемая градуировкой, то измерение температуры сводится к определению ТЭДС термопары.

Для включения измерительного прибора в цепь ТЭП необходимо разорвать электрическую цепь. Сделать это можно в спаях с температурой (рис. 2, а) или в одном из термоэлектродов (рис. 2, б).

Несмотря на внешнее различие схем, показанных на рис. 2, ТЭДС, развиваемые термоэлектрическими преобразователями ТЭП, одинаковы, если температуры t , t_0 и температуры концов проводника C также одинаковы. Из этого следует, что ТЭДС ТЭП не изменяется от введения в его цепь третьего

проводника, если концы этого проводника имеют одинаковые температуры. На этом основании в цепь ТЭП включают соединительные провода, измерительные приборы и подгоночные сопротивления.

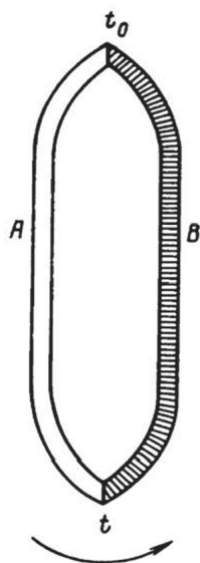


Рис. 1. Термоэлектрическая цепь из двух проводников

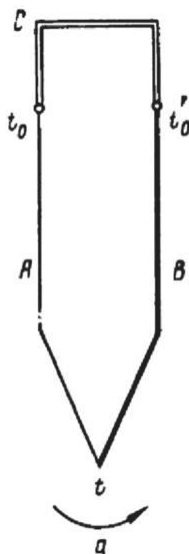
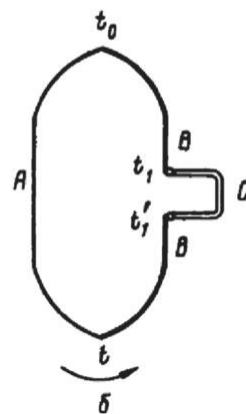


Рис. 2. Цепь с третьим проводником C, включенным:

а — в спай термопреобразователя;
б — в термоэлектрод термопары



При неравенстве температур концов третьего проводника ТЭДС ТЭП уменьшится на величину ЭДС паразитной пары AC (рис. 2, а) при температурах концов проводника t_1' и t_0 и t_0' . Из этого следует, что в цепи ТЭП желательно применять проводники, термоэлектрические свойства которых незначительно отличаются от таковых свойств термоэлектродов термоэлектрических преобразователей.

Как уже говорилось, ТЭДС ТЭП является функцией измеряемой температуры лишь при условии постоянства температуры холодного спая ($t_0 = \text{const}$).

ТЭП градуируют при определенной постоянной температуре холодного спая (обычно при $t_0 = 0^\circ\text{C}$, реже при $t_0 = 20^\circ\text{C}$). При измерениях температура холодного спая может быть иной (t_0'), не равной температуре градуировки. Несоответствие температур t_0 и t_0' вызывает необходимость внесения поправки. Величину поправки можно получить для данного ТЭП из градуировочной таблицы или, при небольших значениях разности $t_0 - t_0'$, из характеристической кривой. При этом можно принять прямолинейную зависимость $E = f(t)$.

В дальнейшем величину ТЭДС ТЭП будем обозначать E_m . По ГОСТ 3044–84 принято шесть видов технических термоэлектрических преобразователей с металлическими термоэлектродами.

Платинородий-платиновые (платинородий содержит 90 % платины и 10 % родия) ТЭП. Тип ТПП имеет градуировку ППбв. В зависимости от назначения эти ТЭП разделяют на эталонные, образцовые и рабочие. Платинородий-

платиновые преобразователи надежно работают в нейтральной и окислительных средах, но быстро выходят из строя в восстановительной среде. К недостаткам преобразователей этого типа следует отнести малую ТЭДС по сравнению с ТЭДС других ТЭП. Диаметр термоэлектродной проволоки, применяемой для ТЭП типа ТПП, составляет 0,3 или 0,5 мм.

Платинородий-платинородиевые (соответственно 30 и 6 % родия) ТЭП (тип ТПР) имеют градуировку ПР 30/668. Особенностью преобразователя данного типа является то, что он развивает очень малую ТЭДС (0,04 мВ при 120 °С и 0,002 мВ при 20 °С), что не требует поправки на температуру холодных спаев.

Хромель-алюмелевый преобразователь (94 % Cr + 2 % Al + 2,5 % Mn + 1 % Si + 0,5 % примеси) ТЭП (тип ТХА) имеет градуировку ХА68. Эти ТЭП применяют для измерения температур до 1300 °С. Кривая зависимости ТЭДС для данного преобразователя близка к прямой. ТЭП типа ТХА хорошо работает в окислительных средах и сравнительно быстро разрушается в восстановительной среде.

Хромель-копелевый преобразователь (56 % Cu + 44 % Ni) ТЭП (тип ТХК) имеет градуировку ХК68. Эти ТЭП развивают наибольшую ТЭДС из всех стандартизованных ТЭП, что позволяет изготавливать измерительные комплекты с узкой температурной шкалой, например, 0–300 °С.

Стандартные ТЭП типа ТХК и ТХА изготавливают из термоэлектродной проволоки диаметром от 0,7 до 3,2 мм.

Вольфрам-рениевый преобразователь (20 % рения, тип ВР-5/20) применяют для измерения температуры до 2300 °С в нейтральной и восстановительной средах, а также для измерения температуры расплавленных металлов.

Иногда применяют и *нестандартизованные преобразователи*. Из них наиболее широко используют медь-копелевые, железо-константановые и медь-константановые ТЭП. Нестандартизованные ТЭП после изготовления подвергают обязательной индивидуальной градуировке.

Конструктивное оформление термоэлектрических преобразователей разнообразно и зависит главным образом от условий их применения. На рис. 3 показан ТЭП типичной конструкции. Как правило, рабочий спай промышленных ТЭП изготавливают сваркой в пламени вольтовой дуги. ТЭП из благородных металлов сваривают под слоем флюса, а ТЭП из платиновой группы — без флюса. Пайку применяют только при изготовлении нестандартизованных ТЭП из очень тонкой термоэлектродной проволоки.

Из специальных следует назвать многозонный ТЭП, применяемый для позонного измерения температуры в вертикальных аппаратах (в колоннах синтеза аммиака, метанола и др.).

Чехол такого ТЭП представляет собой трубу, в которую помещен пучок изолированных один от другого ТЭП различной длины.

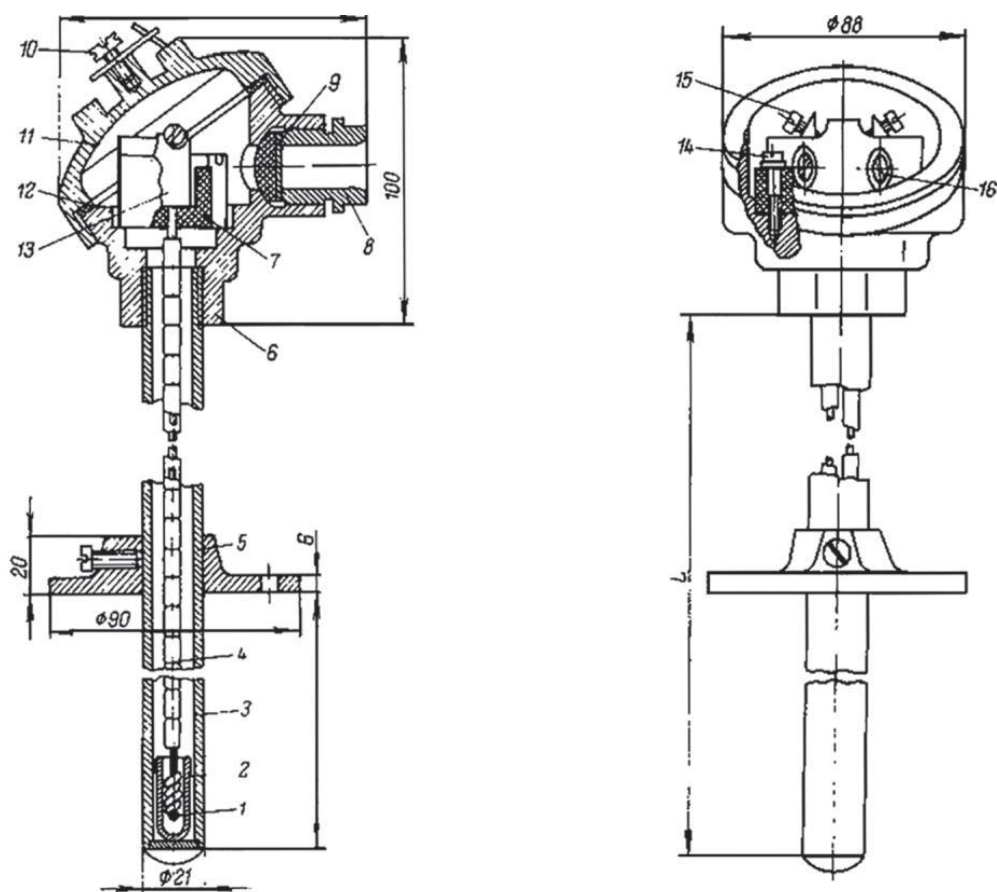


Рис. 3. Термopapa в защитной арматуре с передвижным фланцем: 1 — горячий спай термopapa; 2 — фарфоровый наконечник; 3 — защитная трубка; 4 — фарфоровые двухканальные бусы; 5 — передвижной фланец для крепления термopapa; 6 — корпус головки; 7 — фарфоровая головка; 8 — штуцер для проводов; 9 — асбестовый шнур; 10 — винт для цепочки; 11 — крышка; 12 — прокладка; 13 — зажимы; 14 — винты для крепления колодки; 15 — винты для крепления проводов; 16 — винты для крепления термоэлектродов в зажимах

Провода, соединяющие ТЭП с измерительным прибором, изготавливают из материалов, которые в паре между собой развивают те же ЭДС (при тех же температурах), что и ТЭП, к которому они подсоединены. Такое требование ограничивается температурой примерно 100 °С, выше которой характеристики ТЭП и соединительных проводов могут различаться. Это допустимо, так как температура соединительных проводов обычно не бывает высокой. При соблюдении указанного требования провода удлиняют ТЭП на длину соединительных проводов, а свободные концы ТЭП оказываются на клеммах прибора, предназначенного для измерения ТЭДС.

Несоблюдение указанного выше требования привело бы к возникновению «паразитных» ЭДС в результате образования спаев в местах соединения свободных концов ТЭП с соединительными проводами. Например, для ТЭП типа ТХК применяют хромель-копелевые провода, а для ТЭП типа ТХА — один провод медный, а второй константовый (60 % Cu и 40 % Ni).

Потенциометры. Принцип действия потенциометров основан на уравновешивании (компенсации) измеряемой ТЭДС с известной разностью потенциалов. Эта разность потенциалов создается в потенциометре посторонним источником энергии. Принципиальная схема потенциометра показана на рис. 4.

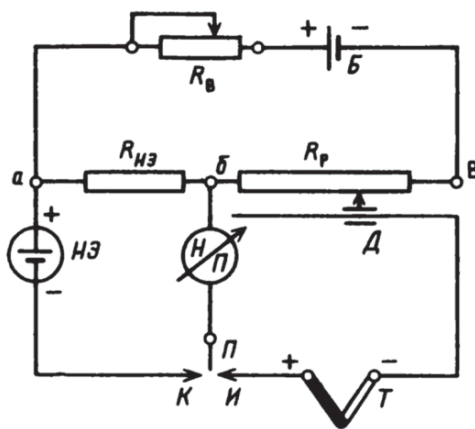


Рис. 4. Принципиальная схема потенциометра с постоянной силой тока в компенсационной цепи

В этой схеме имеются три электрические цепи. В цепь источника тока (компенсационную) входит источник тока B , регулировочное сопротивление $R_{в}$ (реостат), постоянное сопротивление $R_{нэ}$ и сопротивление реохорда $R_{р}$ с перемещающимся вдоль него контактом D . В цепь нормального элемента входит нормальный элемент $HЭ$, сопротивление $R_{нэ}$ и нулевой прибор $НП$. В цепь ТЭП входят ТЭП, нулевой прибор $НП$ и часть измерительного сопротивления $R_{р}$. Нормальный элемент, предназначенный для контроля постоянства разности потенциалов между конечными точками реохорда, развивает постоянную во времени ЭДС.

Обычно применяют ртутно-кадмиевый гальванический элемент Вестона, развивающий при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ЭДС $1,01830\text{ В}$. Пользуясь нормальным элементом, можно довольно точно установить постоянство разности потенциалов на концах реохорда. Для этой цели переключатель Π переводят на контакт K , включая $НП$ в цепь $HЭ$ и одновременно разрывая цепь ТЭП.

Нормальный элемент присоединяется к концам сопротивления $R_{нэ}$ так, что его ЭДС оказывается направленной навстречу ЭДС источника тока B . Регулируя силу тока в компенсационной цепи реостатом $R_{в}$, добиваются такого положения, при котором разность потенциалов на концах сопротивления равна ЭДС $HЭ$. При этом сила тока в цепи нормального элемента равна нулю и стрелка $НП$ устанавливается на нуле шкалы. В этом случае сила тока в компенсационной цепи

$$I_1 = \frac{E_{HЭ}}{R_{нэ}}. \quad (1)$$

Для измерения ТЭДС ТЭП переключатель Π переводят на контакт, подключая тем самым ТЭП последовательно с $НП$ к измерительному сопротивле-

нию в точке *в* и скользящему контакту. Термо-ЭДС ТЭП тогда будет действовать в сторону, противоположную ЭДС источника тока Б. Перемещая контакт *D*, находят такое его положение, при котором разность потенциалов между точками *в* и *D* измерительного сопротивления равна ТЭДС термопары, при этом сила тока в цепи ТЭП равна нулю, тогда

$$E_T = i \times R_{6D}. \quad (2)$$

Так как $E_{HЭ}$ и $R_{HЭ}$ постоянны, определение ТЭДС ТЭП сводится к определению участка измерительного сопротивления R_{6D} . Измерение ТЭДС компенсационным методом осуществляется в отсутствие тока в цепи термоэлектротрансформатора, поэтому сопротивление цепи ТЭП, соединительных проводов, НП, а, следовательно, и его зависимость от температуры не оказывают влияния на точность измерения.

В автоматических потенциометрах в отличие от рассмотренных выше взамен стрелочного нулевого прибора установлены электронные нуль-индикаторы. Автоматические электронные потенциометры работают в комплекте с одним из стандартных ТЭП. Измерительные схемы всех автоматических потенциометров предусматривают автоматическое введение поправки на температуру свободных концов ТЭП. Поэтому их выполняют в виде неуравновешенного моста.

Все сопротивления измерительной схемы (рис. 5), кроме R_k , выполнены из манганина, сопротивление R_k — из меди или никеля. Цепь источника тока состоит из двух ветвей: рабочей, в которую включен реохорд R_p , и вспомогательной, состоящей из двух сопротивлений, $R_{HЭ}$ и R_k . Наличие вспомогательной ветви позволяет автоматически ввести поправку на температуру холодных спаев термопары. Сопротивление R_k и холодные спаи термопары должны находиться при одинаковой температуре. В приборе сопротивление R_k расположено недалеко от места подключения термопар.

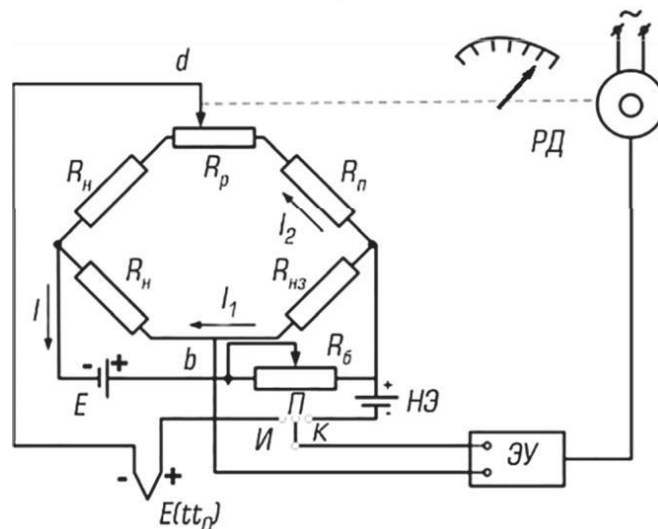


Рис. 5. Принципиальная схема электронного автоматического потенциометра

Практическая работа №14

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИРОМЕТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

Цель работы: Изучение конструкции и принципа работы пирометров, используемых для автоматизации измерений температуры

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретическое содержание работы.
2. По заданию преподавателя выберите отрасли пищевой промышленности и изучите особенности и конкретные примеры применения пирометров излучения в этой отрасли;
3. Опишите преимущества и недостатки различных видов пирометров для применения в пищевой промышленности.
4. Опишите перспективы применения пирометров для автоматизации измерений.
5. Составление отчета о работе.

Теоретический раздел

Пирометры излучения основаны на измерении лучистой энергии, испускаемой нагретым телом. Наибольшее распространение пирометры излучения получили в металлургии, однако и в химической промышленности они находят некоторое применение (печи, топки котельных установок и др.).

Пирометры излучения по сравнению с другими приборами измерения температуры имеют следующие преимущества:

- а) измерение осуществляется бесконтактным способом, следовательно, отсутствует искажение температурного поля, вызванное введением датчика прибора в измеряемую среду;
- б) верхний предел измерения температуры теоретически не ограничен;
- в) возможность измерения высоких температур газовых потоков при больших скоростях.

Тепловое излучение представляет собой процесс распространения внутренней энергии излучаемого тела электромагнитными волнами. При поглощении электромагнитных волн от излучающего тела другими телами электромагнитные волны вновь превращаются в тепловую энергию. Тела излучают электромагнитные волны широкого диапазона длин от $\lambda = 0$ до $\lambda = \infty$.

Большинство твердых и жидких тел обладают непрерывным спектром излучения, т. е. излучают волны всех длин. Другие тела (чистые металлы и газы) обладают селективным спектром излучения, т. е. излучают волны только на определенных участках спектра. Участок начиная от волн длиной λ от 0,4 до 0,76 мкм соответствует видимому спектру. Каждая длина волны видимого спектра соответствует определенному цвету. Волны длиной λ от 0,4 до 0,44 мкм соответствуют темно-фиолетовому цвету; от 0,44 до 0,49 мкм — синеголубому; от 0,49 до 0,59 мкм — темно- и светло-зеленому; от 0,58 до 0,63 мкм

— желто-оранжевому; от 0,63 до 0,76 мкм — светло- и темно-красному. Выделение определенных цветов в известной мере условно, так как в сплошном видимом спектре переход от одного цвета к другому происходит непрерывно.

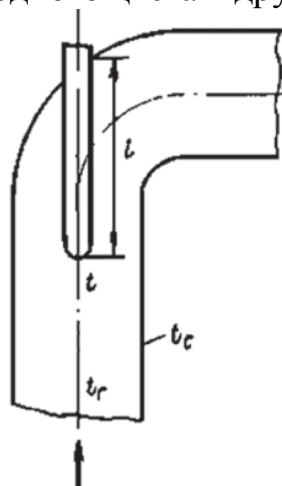


Рис. 1. Положение чувствительного элемента измерителя в трубе

Волны длиной $\lambda = 0,76$ мкм относятся к невидимым инфракрасным тепловым лучам. По мере повышения температуры нагретого тела и изменения его цвета быстро возрастает спектральная энергетическая яркость (СЭЯ), т. е. излучение определенной длины волны (яркости), а также заметно увеличивается суммарное (интегральное) излучение. Указанные свойства нагретых тел используют для измерения их температуры. В соответствии с этими свойствами пирометры излучения делятся на квазимонохроматические, спектрального отношения и полного излучения.

Квазимонохроматические пирометры. Действие квазимонохроматических (оптических) пирометров основано на сравнении яркости монохроматического излучения двух тел: эталонного и тела, температуру которого намеряют. В качестве эталонного тела обычно используют нить лампы накаливания, яркость излучения которой регулируется.

Наиболее распространенным представителем этой группы является монохроматический оптический пирометр с исчезающей нитью, принципиальная схема которого приведена на рис. 2.

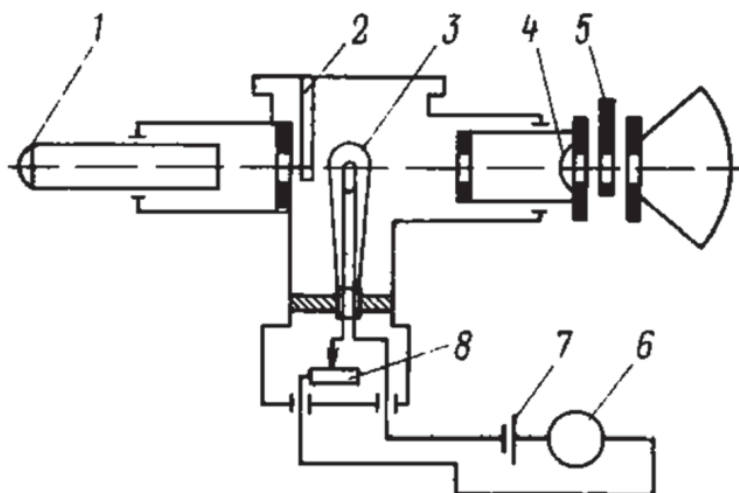


Рис.3. Схема квазимонохроматического (оптического) пирометра

Пирометр представляет собой телескопическую трубку с линзой 1 объектива и линзой 4 окуляра. Внутри телескопической трубки в фокусе линзы объектива находится пирометрическая лампа накаливания 3 с подковообразной нитью. Лампа питается от аккумулятора 7 через реостат 8. В цепь питания пирометрической лампы включен милливольтметр 6, конструктивно объединенный с трубкой телескопа. Шкала милливольтметра градуирована в градусах температуры. Для получения монохроматического света окуляр снабжен красным светофильтром 5, пропускающим только лучи определенной длины волны. В объективе находится серый поглощающий светофильтр 2, служащий для расширения пределов измерения.

При подготовке оптической системы к измерению трубки наводят на тело и передвигают объектив до получения четкого, ясного изображения тела и нити лампы (в виде резкой черной подковки). Включив источник тока, реостатом регулируют яркость нити до тех пор, пока средняя часть ее не сольется с освещенным телом. В этот момент по шкале милливольтметра отсчитывают температуру тела.

Фотоэлектрические пирометры. В этих пирометрах чаще всего используют фотоэлементы с внешним фотоэффектом, в которых возникает электрический ток (фототок), пропорциональный падающему на него световому потоку или, точнее, пропорциональный энергии излучения волн определенного участка спектра.

Фототок, создаваемый фотоэлементами, может непосредственно служить мерой температуры измеряемого тела. Такие приборы не отличаются высокой точностью. Более совершенны приборы, фотоэлемент которых используется в нулевом режиме как устройство для сравнения двух источников излучения: измеряемого тела и регулируемого источника света.

В фотоэлектрических пирометрах типа ФЭП (рис. 4) изображение измеряемого раскаленного тела при помощи объектива 1 и диафрагмы 2 создается в плоскости одного из отверстий диафрагмы 3, расположенной перед фотоэлементом 5. Через другое отверстие диафрагмы 3 фотоэлемент освещается регулируемым источником света — электрической лампой 6. Перед фотоэлементом расположен красный светофильтр 4.

Фотоэлемент поочередно с частотой 50 Гц освещается то измеряемым телом, то лампой. Поочередность освещения создается колеблющейся заслонкой 8 модулятора света 7 вибрационного типа. Оба световых потока, попадающие на фотоэлемент, изменяются в противофазе по синусоидальному закону, что достигается специальным профилированием заслонки и отверстий.

На выходе фотоэлемента возникает фототок, величина которого определяется освещенностью от тела и лампы. При неравенстве этих освещенностей в цепи фотоэлемента возникает переменная фототока, совпадающая по фазе либо с фототоком от тела, либо с фототоком от лампы. Переменная составляющая фототока усиливается электронным усилителем 9, имеющим фазочувствительную схему.

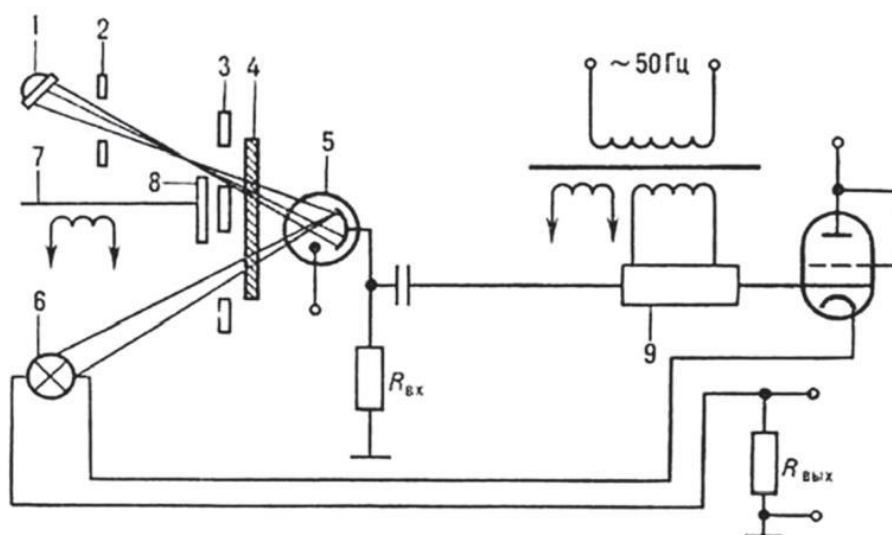


Рис. 4. Упрощенная схема фотоэлектрического пирометра типа ФЭП

Пирометры спектрального отношения. В пирометрах спектрального отношения (цветовых), применяемых для промышленных измерений, определяется отношение СЭЯ реального тела в лучах с двумя заранее выбранными значениями длины волны. Это отношение для каждой температуры различно, но вполне однозначно.

В большинстве случаев для реальных тел кривые $E_\lambda = f(\lambda)$ при различных температурах совершенно подобны кривым для абсолютно черного тела, поэтому практически не требуется вводить поправки на неполноту излучения, что является основным преимуществом цветовых пирометров. Принципиальная схема цветового пирометра с фотоэлементом показана на рис. 5.

Измеряемое излучение через защитное стекло 1 и объектив попадает на фотоэлемент 4. Между объективом и фотоэлементом установлен obturator 3, вращаемый синхронным двигателем. Obturator выполнен в виде диска с двумя отверстиями, одно из которых закрыто красным светофильтром К, другое — синим С. При вращении obturator на фотоэлемент попеременно попадают излучения через красный или синий светофильтр. Спектральная характеристика фотоэлемента зависит от температуры, поэтому фотоэлемент в пирометре заключен в термостат с автоматическим регулированием.

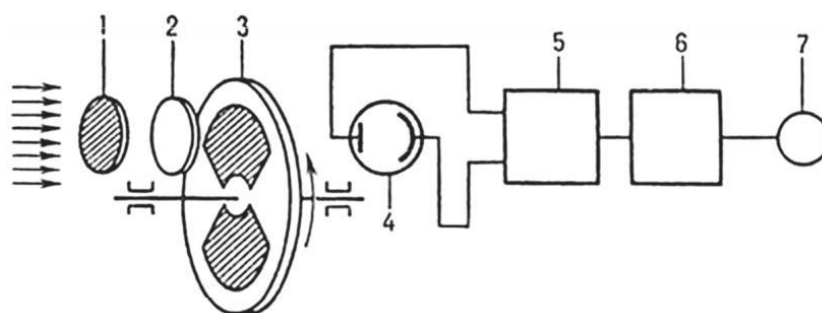


Рис. 5. Схема пирометра спектрального отношения

Практическая работа №15

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ ЖИДКОСТЕЙ

Цель работы: Изучение конструкции и принципа работы поплавковых, пьезометрических и электрических уровнемеров, используемых для автоматизации измерений температуры

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретическое содержание работы.
2. По заданию преподавателя выберите отрасли пищевой промышленности и изучите особенности и конкретные примеры применения уровнемеров жидкости в этой отрасли;
3. Опишите преимущества и недостатки различных видов уровнемеров жидкости для применения в пищевой промышленности.
4. Опишите перспективы применения уровнемеров жидкости для автоматизации измерений.
5. Составление отчета о работе.

Теоретический раздел

Измерение уровня жидкостей и сыпучих тел относится к числу вспомогательных контрольных операций, позволяющих определять количество жидкости или сыпучего тела в хранилище для учета продукта и сигнализации о переполнении расходных баков и бункеров. Приборы, предназначенные для этой цели, называются *уровнемерами широкого диапазона*. Эти приборы имеют шкалу с нулем в начале и делениями, идущими от нуля в одну сторону. Единицы измерения — сантиметры, дециметры и метры.

Кроме того, измерение уровня необходимо для поддержания его на заданной высоте. В этом случае приборы показывают величину отклонения уровня от нормального положения и называются *уровнемерами узкого диапазона*. Шкала прибора имеет нуль посередине и деления, идущие в обе стороны от нуля. Пределы измерений обычно составляют от ± 100 до ± 150 мм. Единицы измерения в узком диапазоне — сантиметры и миллиметры.

Устройства для измерения уровня жидкости можно подразделить на следующие:

- 1) визуальные;
- 2) поплавковые, в которых для измерения уровня используется поплавок или другое тело, находящееся на поверхности жидкости;
- 3) гидростатические, основанные на принципе сообщающихся сосудов со средами одинаковой или различной плотности по сравнению с плотностью измеряемой среды;
- 4) электрические, в которых величины электрических параметров зависят от уровня жидкости;
- 5) ультразвуковые, основанные на принципе отражения звуковых волн;

6) радиоизотопные, основанные на использовании интенсивности потока ядерных излучений, зависящих от уровня жидкости.

Поплавковые уровнемеры. Чувствительным элементом поплавкового измерителя уровня является поплавок 1, плавающий на поверхности жидкости (рис. 1). Поплавок уравнивается грузом 2, который связан с поплавком гибким тросом 3. Положение груза относительно шкалы определяет уровень жидкости. Пределы измерения устанавливают в соответствии с принятыми значениями верхнего 4 и нижнего 5 уровней.

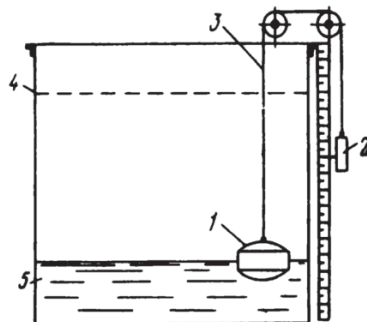


Рис. 1. Поплавковый уровнемер

Работа поплавкового электрического уровнемера типа ДПЭ (рис. 2) основана на изменении положения поплавка, связанного с постоянным магнитом, при изменении уровня жидкости. Магниты, ориентированные одноименными полюсами один относительно другого, обеспечивают при перемещении поплавка управление контактными устройствами через герметичную стенку. При достижении жидкостью верхнего предельного положения нормально замкнутый контакт размыкается, а нормально разомкнутый замыкается.

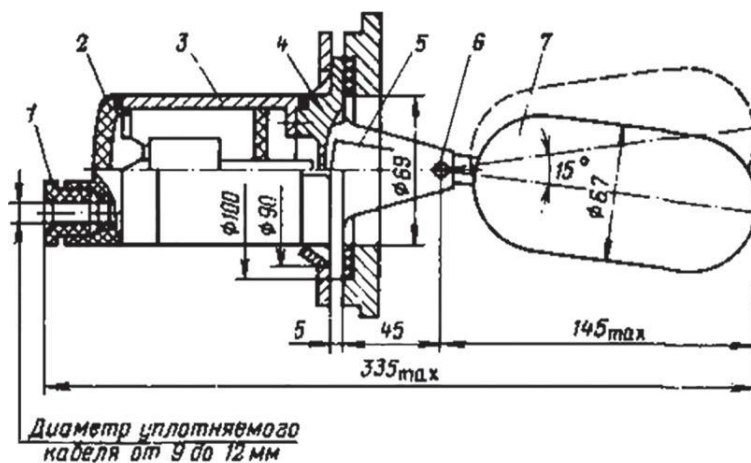


Рис. 2. Поплавковый электрический уровнемер типа ДПЭ-1

Уровнемеры этого типа выпускаются трех модификаций. Первичный преобразователь уровнемера типа ДПЭ-1 состоит из поплавка 7 и магнита 5, закрепленного на оси 6 кронштейна 4, размещенного в литом алюминиевом корпусе 3. На изолированной крышке 2, крепящийся винтами к корпусу датчика, расположен переключатель. В крышке предусмотрено сальниковое уплотнение 1 для закрепления кабеля.

Значительно более надежны тонущие поплавки — массовые буйки 1 (рис. 3). При изменении уровня жидкости изменяется по закону Архимеда действующая на конец рычага 2 сила (вес буйка) и соответственно изменяется момент сил, действующих на рычаг. Изменяющийся при колебаниях уровня момент сил от буйка 1 передается через вал 5, закрепленный в доньшке 6, на трубку 4 и уравнивается моментом ее скручивания.

Изменение угла скручивания трубки, пропорциональное величине уровня, очень невелико. Поэтому обычно используют усилители 2, чаще пневматические, соединяемые с доньшком 6 рычагом 3. Длина буйка 1 зависит от установленных значений верхнего ВУ и нижнего НУ уровней.

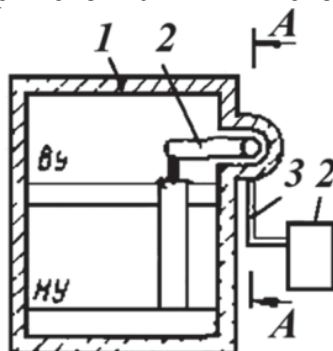


Рис. 3. Тонущий буюк

Принципиальная схема уровнемера буйкового пневматического типа УБ-П показана на рис. 4.

Интервал измерения уровня поплавковых и буйковых уровнемеров выбирают из ряда: от 0 до 0,25; 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0; 16,0 и 20 м. Класс точности может быть 0,6; 1,0; 1,6 и 2,5. Для учетно-расчетных операций уровнемеры изготовляют с основными погрешностями от $\pm 1,0$ до 10,0 мм (ГОСТ 8.321–2013).

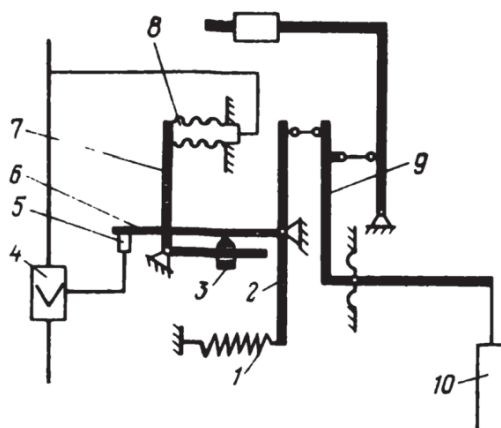


Рис. 4. Уровнемер буйкового типа УБ-П:

1 — пружина корректора нуля; 2 — Т-образный рычаг;
Т — подвижная опора; 4 — пневмореле; 5 — сопло; 6 — заслонка; 7 — Г-образный рычаг; 8 — сильфон обратной связи; 9 — рычаг; 10 — чувствительный элемент

Измерительный блок датчика представляет собой рычажную систему с чувствительным элементом в виде буйка 10. Буюк подвешен к рычагу 9 вывода через призму. Вывод рычага 9 из полости рабочего давления уплотнен одной гофрированной металлической мембраной. Начальный вес буйка уравнивается специальным грузом, навинченным на плече дополнительного рычага. Основание имеет фланец, который служит для крепления датчика к объекту.

Пьезометрические уровнемеры. Они основаны на принципе гидравлического затвора.

Для измерения уровня (рис. 5) используют воздух или инертный газ под давлением, который продувают через слой жидкости. Количество продуваемого воздуха ограничивают диафрагмой D или иным способом так, чтобы скорость движения его в трубопроводе была минимально возможной. Это приближает к нулю потери на трение в трубопроводе после диафрагмы D .

Уровень жидкости определяется по установившемуся давлению $(P - P_x)$ в системе:

$$P - P_x = H \rho_{жж},$$

откуда

$$H = (P - P_x) / \rho_{жж}. \quad (1)$$

Давление $(P - P_x)$ определяется по высоте h столба жидкостного манометра с замыкающей жидкостью плотностью $\rho_{жс}$ или любым иным способом. В случае измерения уровня в сосудах, заполненных агрессивными жидкостями и газами (рис. 5), обязателен непрерывный подвод воздуха или инертного газа в обе линии, подсоединяемые к дифференциальному манометру. Для наблюдения за непрерывностью на каждой линии устанавливают стеклянные контрольные сосуды КС с водяным затвором, по которому видно движение воздуха, или ротаметры.

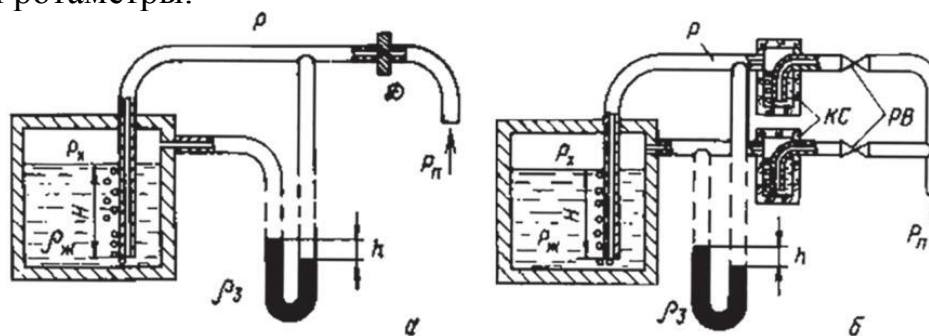


Рис. 5. Схема пьезометрического измерения уровня: а — неагрессивной жидкости под давлением;
б — агрессивной жидкости под давлением

Количество подводимого воздуха устанавливают регулируемыми вентилями РВ.

Электрические уровнемеры. В электрических уровнемерах уровень жидкости преобразуется в электрический сигнал. Наиболее распространены емкостные и омические уровнемеры.

Работа емкостных уровнемеров основана на том, что диэлектрическая проницаемость водных растворов солей, кислот и щелочей отличается от диэлектрической проницаемости воздуха либо водных паров.

Принципиальная схема емкостного уровнемера показана на рис. 6. В сосуд с жидкостью 1, уровень которой необходимо измерить, опущен электрод 2, покрытый изоляционным материалом. Электрод вместе со стенками сосуда образует цилиндрический конденсатор, емкость которого изменяется при колебаниях уровня жидкости. Величина емкости измеряется электронным блоком 3, который дает сигнал в блок 4, представляющий собой релейный элемент (в схемах сигнализации достижения определенного уровня) или указывающий прибор (в схемах измерения уровня).

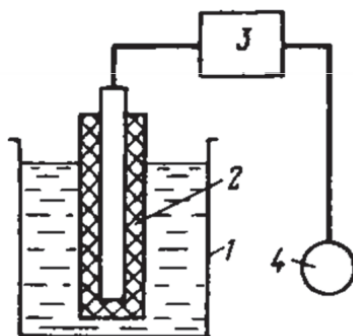


Рис. 5. Схема измерения емкостными уровнемерами

Принцип действия омических сигнализаторов основан на замыкании электрической цепи источника питания через контролируемую среду, представляющую собой участок электрической цепи, обладающей определенным омическим сопротивлением (растворы кислот и щелочей). Практически омические сигнализаторы уровня могут быть применены для сред с проводимостью от $2 \cdot 10^{-3}$ См и выше.

Практическая работа №16

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ

Цель работы: Изучение конструкции и принципа работы указателей уровня сыпучих продуктов

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретическое содержание работы.
2. По заданию преподавателя выберите отрасли пищевой промышленности и изучите особенности и конкретные примеры применения уровнемеров сыпучих продуктов в этой отрасли;
3. Опишите преимущества и недостатки различных видов уровнемеров сыпучих продуктов для применения в пищевой промышленности.
4. Опишите перспективы применения уровнемеров сыпучих продуктов для автоматизации измерений.
5. Составление отчета о работе.

Теоретический раздел

Измерение уровня сыпучих тел имеет свои особенности. Характерным отличием сыпучих тел от жидких является непропорциональность передачи давления на дно и стенки в зависимости от уровня.

На рис. 1 показан *указатель уровня с металлической мембраной*. Он состоит из металлической мембраны 1 с закрепленным по центру штоком 2. При прогибе мембраны шток воздействует на контактное устройство 3. На кронштейне 4 закреплена возвратная пружина 5. Для регулирования натяжения возвратной пружины служит винт 6. Изолятор 7 крепится в корпусе сигнализатора 8. При понижении уровня возвратная пружина 5 возвращает мембрану и контактное устройство в исходное положение.

Свойство сыпучих материалов образовывать при насыпании угол естественного откоса позволило создать серию маятниковых приборов, работающих на принципе отклонения материалом чувствительного элемента, выполняемого в виде *маятника* с жесткой или гибкой подвеской. На рис. 2 показан указатель предельного уровня сыпучего материала. При повышении в бункере 1 уровня сыпучего материала 2 с углом естественного откоса чувствительный элемент 3 отклоняется от вертикального положения и замыкает контактную систему 4 включения световой сигнализации 5. Общим недостатком всех указателей уровня маятникового типа является их зависимость от способа загрузки сосуда (бункера) материалом. Например, при беспорядочной загрузке, когда материал может обтекать маятник со всех сторон, может не произойти ожидаемого отклонения маятника 3.

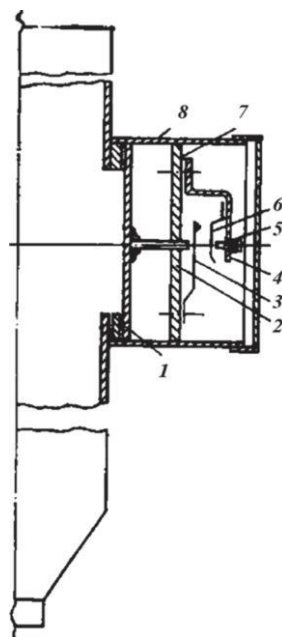


Рис. 1. Указатель уровня с металлической мембраной

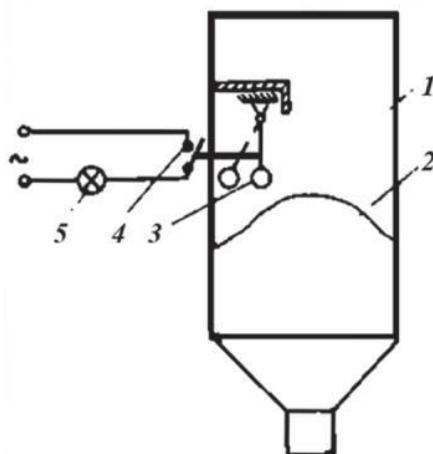


Рис. 2. Указатель уровня маятникового типа

Принципиальная схема лотового уровнемера показана на рис. 3. В этих уровнемерах зонд 6 и груз 8 подвешены на блоке храпового колеса 4.

Периодически зонд приподнимается при помощи пневматического мембранного привода 2. Привод воздействует на храповое колесо через собачку 3. Зонд опускается на поверхность сыпучего материала 7 под действием силы тяжести.

Если уровень не изменяется, то зонд поднимается и опускается на одно и то же расстояние.

При понижении уровня материала зонд опускается на большее расстояние, чем поднимается, и наоборот. При этом храповое колесо с осью 5 в одном направлении поворачивается на больший угол, чем при повороте в обратном направлении. Ось 5 через муфту 10 и поводок 11 соединена с пневмопреобразователем 12. Устройство прибора рассчитано так, что при изменении уровня в заданных пределах давление сжатого воздуха на выходе прибора изменяется от 20 до 100 кПа.

Сжатый воздух с выхода пневмопреобразователя 12 подается на вторичный прибор (манометр) 9, шкала которого отградуирована в единицах высоты уровня. Рассмотренный уровнемер позволяет измерять уровень до 20 м с погрешностью ± 10 см.

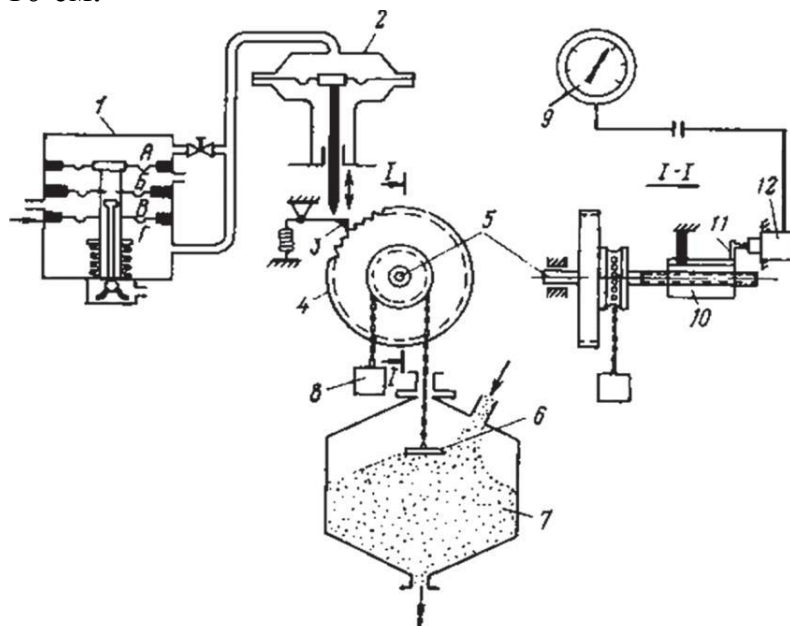


Рис. 3. Принципиальная схема лотового уровнемера

В качестве первичного преобразователя уровнемера, работающего на весовом принципе (рис. 4), можно использовать месдозу.

Месдоза представляет собой металлический кожух с закрепленной в нем мембраной. Нижняя часть месдозы заполнена жидкостью, сообщаемой с манометром через импульсную трубку. При изменении веса материала в бункере изменяется давление в системе «месдоза — манометр». Недостатком данного принципа измерения является необходимость в некотором перемещении опоры бункера (от 1 до 3 мм). Погрешность измерения достигает ± 10 %.

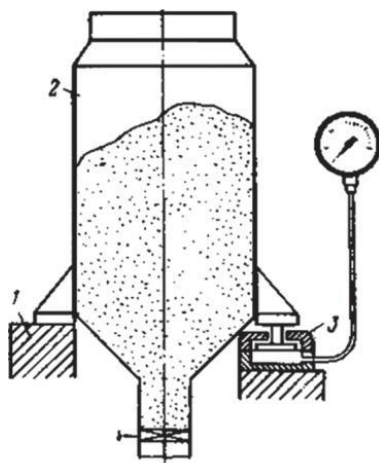


Рис. 4. Весовой измеритель уровня:

1 — опора; 2 — бункер;
3 — поршень

Практическая работа №17

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ И ТУРБИННЫХ РАСХОДОМЕРОВ

Цель работы: Изучение конструкции и принципа работы электромагнитных и турбинных расходомеров, используемых для автоматизации измерений расхода

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретическое содержание работы.
2. По заданию преподавателя выберите отрасли пищевой промышленности и изучите особенности и конкретные примеры применения расходомеров в этой отрасли;
3. Опишите преимущества и недостатки различных видов расходомеров для применения в пищевой промышленности.
4. Составление отчета о работе.

Теоретический раздел

Электромагнитные расходомеры. Эти расходомеры подразделяются на приборы с электромагнитным преобразователем расхода и приборы с электромагнитными преобразователями скорости потока.

Приборы с электромагнитным преобразователем расхода основаны на взаимодействии движущейся жидкости с магнитным полем. Это взаимодействие подчиняется закону Фарадея, согласно которому в жидкости, пересекающей магнитное поле, индуцируется ЭДС, пропорциональная скорости движения жидкости.

Принципиальная схема электромагнитного расходомера показана на рис. 1. Трубопровод с перемещающейся в нем жидкостью помещен в магнитное поле. Трубопровод изготавливают из изоляционного материала: для этой цели используют фторопласт, эбонит, резину и другие материалы в зависимости от свойств измеряемой жидкости.

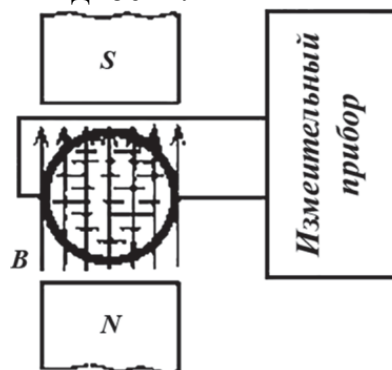


Рис. 1. Электромагнитный расходомер

Известно, что в движущемся проводнике, пересекающем силовые линии магнитного поля, индуцируется электродвижущая сила, величина которой определяется по формуле

$$E = B l v, \quad (1)$$

где E — индуцируемая в проводнике ЭДС;

B — магнитная индукция;

l — длина проводника;

v — скорость движения проводника.

В случае измерения расхода жидкости можно записать

$$E = B d v_{cp}, \quad (2)$$

где d — внутренний диаметр трубопровода;

v_{cp} — средняя скорость протекания жидкости через поперечное сечение трубы в зоне, индуцируемой ЭДС.

Следовательно, электромагнитный расходомер является по существу генератором, в котором проводником, перемещающимся в магнитное поле, служит электропроводная жидкость. Проводимость жидкости должна быть не ниже $10^{-5} \dots 10^{-6}$ См, что соответствует проводимости водопроводной воды.

В стенки трубопровода диаметрально противоположно в одном поперечном сечении введены электроды (заподлицо с внутренним диаметром трубы). К электродам подключают какой-либо высокочувствительный измерительный прибор, шкала которого градуирована в единицах скорости или единицах расхода. Измерительный прибор выбирают с большим входным сопротивлением в соответствии с неравенством

$$Z_{вх} \gg Z_{ж},$$

где $Z_{вх}$ — входное сопротивление измерительного прибора;

$Z_{ж}$ — сопротивление жидкости между электродами.

Практически независимость показаний расходомера от плотности, температуры и электропроводности жидкости определяется выбранной величиной отношения $Z_{вх} / Z_{ж}$. Чем больше это отношение, тем выше точность расходомера в большом интервале измерения температуры, плотности, вязкости и электропроводности жидкости. Расход Q определяется по формуле

$$Q = F \times v, \quad (3)$$

где F — поперечное сечение трубы.

В качестве измерительного прибора можно использовать потенциометры или милливольтметры.

Электромагнитные расходомеры имеют ряд преимуществ. Прежде всего, они практически безынерционны, что очень важно при измерении быстроизменяющихся расходов и при использовании их в системах автоматического регулирования. Результат измерения не зависит от наличия взвешенных частиц в жидкости и пузырьков газа. Показания расходомера не зависят от свойств измеряемой жидкости (вязкости, плотности) и от характера потока (ламинарный, турбулентный).

Турбинные расходомеры. Турбинный расходомер — счетчик газа «Тургас», предназначен для измерения объемного расхода и учета объемного

количества природного горючего газа (метана). Он основан на принципе вращения натекающим потоком газа измерительной крыльчатки. Угловая скорость крыльчатки преобразуется в электрические импульсные сигналы, частота следования которых пропорциональна объемному расходу.

Преобразователь расхода представляет собой цилиндрический корпус 1 с фланцами, в проточной части которого последовательно по потоку расположены передний направляющий аппарат 18 и опора 16, внутри которой проходит вал 14 с двумя парами подшипников. На каждой паре вращаются измерительная и приводная винтовые крыльчатки 13 и 17. Далее установлен задний направляющий аппарат 12. Втулка 11 к 19 служат для стягивания в осевом направлении узлов к деталям проточной части ПРГ. Проточная часть разделена на два тракта: основной канал 6, в котором вращается измерительная крыльчатка, и концентрично основному байпасный канал 7, в котором расположена приводная крыльчатка.

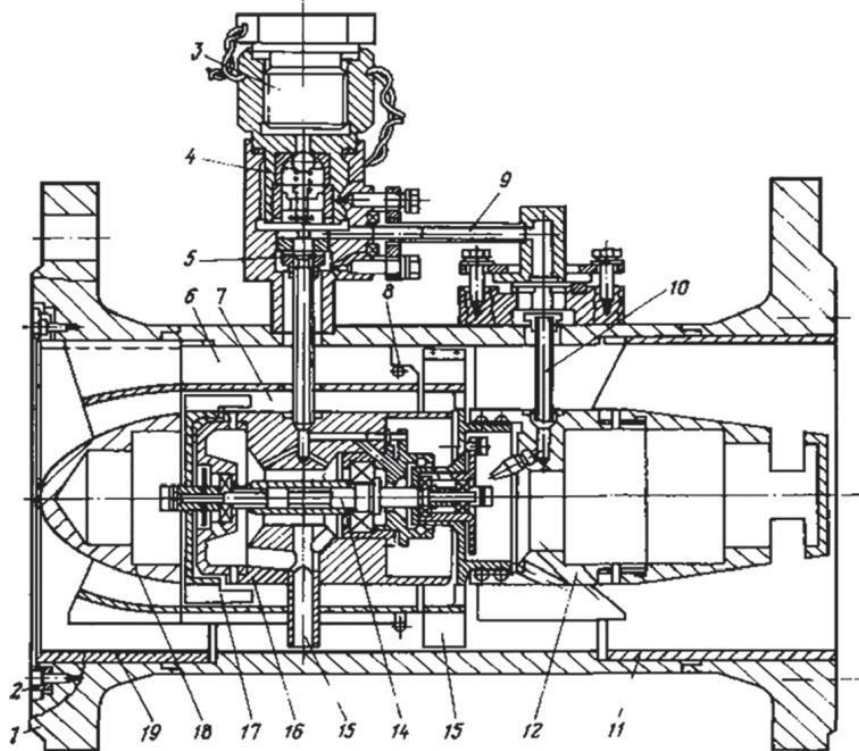


Рис. 2 - Преобразователь-счетчик «Тургас» (пояснения в тексте)

Система труб 5, 9, 10 вместе с впускным штуцером 4 служит для подачи масла к подшипникам, для этого вместо пробки 3 на период смазки устанавливают масленку. Во входной части корпуса ПРГ находится металлическая сетка 2. Измерительная крыльчатка 13 расположена в зоне магнитоиндукционного преобразователя (расположен на корпусе ПРГ) и является чувствительным элементом при преобразовании скорости потока газа в электрические импульсы. Приводная крыльчатка 17 расположена в байпасном канале и служит для вращения вала 14, с которым она жестко связана.

Практическая работа №18

ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ, СТРУКТУРЫ И ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Цель работы: изучение видов, структуры и основных компонентов измерительных информационных систем. Изучение поколений измерительных информационных систем

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал.
2. На основе примеров из пищевой промышленности:
 - опишите схему взаимодействия основных компонентов измерительной информационной системы;
 - опишите технические средства измерительной информационной системы.
4. Составление отчета о работе

Теоретический материал

Виды и структура измерительных информационных систем

В зависимости от выполняемых функций ИИС реализуются в виде систем: измерительных (ИС); автоматического контроля (САК); технической диагностики (СТД); распознавания образов (идентификации) (СРО); телеизмерительных систем (ТИС).

В зависимости от способа организации передачи информации между функциональными блоками (узлами) (ФБ) различают цепочечную, радиальную и магистральную структуры ИИС. В СТД, САК, СРО измерительная система входит как подсистема.

Любая измерительная информационная система с необходимыми функциональными возможностями, технические и другие характеристики в решающей степени определяются объектом исследования, для которого данная система создается.

Назначение измерительной информационной системы можно определить как целенаправленное оптимальное ведение измерительного процесса и обеспечение смежных систем высшего уровня достоверной информации. Исходя из этого основные функции измерительной информационной системы таковы: получение измерительной информации от объекта исследования, ее обработка, передача, представление информации оператору и (или) ЭВМ, запоминание, отображение и формирование управляющих воздействий.

Степень достижения функций принято характеризовать с помощью критериев измерения. Измерительные информационные системы оптимизируют по многим частичным критериям, таким как точность, помехоустойчивость, надежность, пропускная способность, адаптивность, сложность, экономичность и др.

Основные компоненты измерительных информационных систем

Состав и структура конкретной ИИС определяется общими техническими требованиями, установленными ГОСТом, и частными требованиями, содержащимися в техническом задании на ее создание.

Измерительная информационная система должна управлять измерительным процессом или экспериментом в соответствии с принятым критерием функционирования; выполнять возложенные на нее функции в соответствии с назначением и целью; обладать требуемыми показателями и характеристиками точности, надежности и быстродействия; отвечать экономическим требованиям, предъявляемым к способам и форме представления информации, размещения технических средств; быть приспособленной к функционированию с измерительными информационными системами смежных уровней иерархии и другими ИИС и ИВК, т. е. обладать свойствами технической, информационной и метрологической совместимости; допускать возможность дальнейшей модернизации и развития и др.

Упрощенная схема взаимодействия основных компонентов измерительной информационной системы представлена на рис. 1.

Процессом функционирования ИИС (как и любой другой технической системы) является целенаправленное преобразование входной информации в выходную. Это преобразование выполняется либо автоматически комплексом технических средств (КТС) (техническим обеспечением), либо совместно-оперативным персоналом и КТС в сложных ИИС, ИВК, измерительно-управляющих системах (ИИУС). Чтобы люди и комплекс технических средств могли функционировать оптимально, необходимы соответствующие инструкции и правила. Эту задачу выполняет организационное обеспечение.

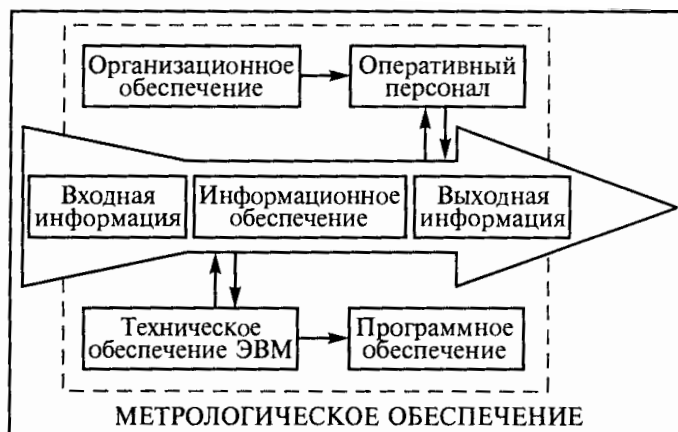


Рис. 1. Основные компоненты измерительных информационных систем

Математическое, программное и информационное обеспечение входит в состав только ИИС, ИВК и ИИУС с цифровым вычислительным комплексом.

- Математическое обеспечение — это модели и вычислительные алгоритмы.
- Программное обеспечение гарантирует конкретную реализацию вы-

числительных алгоритмов и алгоритмов функционирования системы, охватывает круг решений, связанных с разработкой и эксплуатацией программ.

- Информационное обеспечение определяет способы и конкретные формы информационного отображения состояния объекта исследования в виде документов, диаграмм, графиков, сигналов для их представления обслуживающему персоналу и ЭВМ для дальнейшего использования в управлении.

Всю систему в целом охватывает метрологическое обеспечение.

Технические средства ИИС состоят из следующих блоков:

- 1) множества первичных измерительных преобразователей (датчиков);
- 2) множества вторичных измерительных преобразователей;
- 3) множества элементов сравнения — мер;
- 4) блока цифровых устройств;
- 5) множества элементов описания — норм;
- 6) множества преобразователей сигнала, средств отображения, памяти и др.

Поколения измерительных информационных систем

В развитии измерительных информационных систем можно отметить ряд поколений.

Первое поколение — формирование концепции ИИС: системная организация совместной автоматической работы средств получения, обработки и передачи количественной информации. Системы первого поколения — это системы в основном централизованного циклического получения измерительной информации с элементами вычислительной техники на базе дискретной полупроводниковой техники.

Второе поколение (1970-е годы) — использование адресного сбора информации, обработка информации с помощью встроенных ЭВМ. Элементную базу представляют микроэлектронные схемы малой и средней степени интеграции. Этот период характерен решением ряда вопросов теории систем в рамках теории случайных процессов и математической статистики, поэтому его принято называть *периодом стохастичности*.

Третье поколение характеризуется широким введением в ИИС больших интегральных схем (БИС), микропроцессоров и микропроцессорных наборов, микроЭВМ и промышленных функциональных блоков, совместимых между собой по информационным, метрологическим, энергетическим и конструктивным характеристикам, а также созданием распределенных ИИС. Этот период характерен тем, что появились адаптивные ИИС.

Четвертое поколение — появление гибких перестраиваемых программируемых ИИС в связи с развитием системотехники и вычислительной техники. В элементной базе резко возрастает доля интегральных схем большой и сверхбольшой степени интеграции.

Пятое поколение набирает силу и входит в жизнь народного хозяйства — это интеллектуальные и виртуальные ИИС, построенные на базе ПЭВМ, а также современного математического и программного обеспечения.

Использованная литература

При составлении методических указаний использованы следующие литературные источники:

1. Автоматизация измерений, контроля и испытаний : учебное пособие / С.В. Мищенко, А.Г. Дивин, В.М. Жилкин, С.В. Пономарев, А.Д. Свириденко. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 116 с. –
2. Раннев Г. Г. Методы и средства измерений: Учебник для вузов / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. — 2-е изд., стереотип. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 336 с.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего профессионального образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические указания
по организации самостоятельной работы студентов
по дисциплине**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ, КОНТРОЛЯ
И ИСПЫТАНИЙ**

Направление подготовки	27.03.01 Стандартизация и метрология
Направленность (профиль)	Стандартизация, метрология и управление качеством
Степень выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная
Год начала обучения	2026 г
Изучается	в 5 семестре

Ставрополь, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

- Введение
- 1 Цели и задачи самостоятельной работы студентов
- 2 План – график выполнения самостоятельной работы
- 3 Контрольные точки и виды отчетности по ним
- 4 Требования к организации самостоятельной работы студентов
при подготовке к аудиторным занятиям
 - 4.1 Подготовка к лекциям
 - 4.2 Подготовка к семинарским занятиям
 - 4.3 Подготовка презентации и доклада
- 5 Темы для реферата

Введение

В настоящее время актуальными становятся требования к личным качествам современного студента – умению самостоятельно пополнять и обновлять знания, вести самостоятельный поиск необходимого материала.

Ориентация учебного процесса на саморазвивающуюся личность делает невозможным процесс обучения без учета индивидуально-личностных особенностей обучаемых, предоставления им права выбора путей и способов обучения. Соответственно появляется новая цель образовательного процесса – воспитание компетентной личности, ориентированной на будущее, способной решать типичные проблемы и задачи исходя из учебного опыта и адекватной оценки конкретной производственной ситуации.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом.

Самостоятельная работа выполняет ряд функций в образовательном процессе. К ним относятся: развивающая – приобщение к творческой деятельности, повышение уровня умственного труда; воспитывающая – формирование и развитие профессиональных качеств будущего бакалавра; информационно-обучающая – самостоятельный поиск и отбор необходимой информации.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных знаний и умений студентов,
- углубления и расширения теоретических знаний,
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу,
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации,
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа студента подразделяется на внеаудиторную и аудиторную.

Внеаудиторная работа выполняется студентом по тщательно разработанному заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Процесс обучения в высшем учебном заведении сегодня всё больше опирается на самостоятельную работу студентов. Без нее трудно глубоко и полно овладеть большим и сложным программным материалом вуза и научиться постоянно совершенствовать свои знания в практической работе.

Любой вид занятий, связанный с познавательной и творческой активностью студента, связан с самостоятельной работой. В широком смысле слова под самостоятельной работой понимают совокупность всей самостоятельной деятельности студента как в учебной аудитории, так и вне ее, в контакте с преподавателем и в его отсутствие.

СКФУ ориентирует свое развитие на модель выпускника, который должен в современных условиях быть подготовлен к самостоятельной профессиональной деятельности требующей аналитического подхода, в том числе и в нестандартных ситуациях. Поэтому особое внимание в ходе обучения уделяется организации самостоятельной творческой работы студентов, развитию навыков самостоятельного мышления.

Цель самостоятельной работы студента - осмысленно и самостоятельно работать с учебным материалом, научной информацией, а также заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Основные задачи самостоятельной работы студентов:

- закрепить, расширить и углубить знания, умения и навыки студентов, полученные ими на аудиторных занятиях с преподавателем;
- ознакомить студентов с дополнительными материалами по дисциплине;
- развить познавательные способности студентов;
- выработать умение поиска необходимого материала в различных источниках;
- воспитать в студентах самостоятельность, организованность, самодисциплину, творческую активность и инициативность в работе, упорство в достижении поставленной цели.

Кроме того, самостоятельная неразрывно связана с формированием таких важных компетенций, как способность применять знания на практике и способность находить, обрабатывать и анализировать информацию из разных источников.

Одна из основных задач учебного процесса в СКФУ сегодня - не только сообщить студентам необходимый комплекс знаний, но и научить их работать самостоятельно, учиться, что значительно труднее. Научить учиться - это значит развить у студентов способности и потребности к самостоятельному творчеству; всячески способствовать тому, чтобы студенты повседневно и планомерно работали над учебниками, учебными пособиями, периодической литературой и т.д., активно участвовали в научной работе и были готовы к усидчивому и неустойчивому труду.

Самостоятельная работа как система включает следующие основные элементы:

- виды самостоятельной работы;
- организационные формы проведения;
- планирование самостоятельной работы;
- руководство и контроль за самостоятельной работой.

В результате освоения данной дисциплины формируются следующие индикаторы компетенций у обучающегося:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен внедрять новые методы и средства технического контроля	ИД-2. ПК-1. Умеет анализировать потребности производства в новых методиках, методах и средствах контроля для проектирования средств измерения, контроля и испытаний	Понимает назначение, функции и основные характеристики типовых элементов автоматизированных средств измерений, контроля и испытаний
ПК-2 Способен проводить испытания новых и модернизированных образцов продукции	ИД-3 ПК-2. Умеет применять методики и измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений и испытаний изготавливаемых изделий; выполнять статистическую обработку результатов контроля и измерений	Владеет навыками выбора и обоснования применения автоматизированных средств измерений, контроля и испытаний

Самостоятельная работа по дисциплине «Автоматизация измерений, испытаний и контроля» выполняется с целью получения и закрепления знаний, приобретенных при изучении теоретического материала.

2 ПЛАН – ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Виды и содержание самостоятельной работы студента; формы контроля и сроки сдачи.

Технологическая карта самостоятельной работы студента:

Коды реализуемых компетенций, индикаторов	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки
ИД-2. ПК-1 ИД-3 ПК-2	Подготовка к защите практических занятий	Собеседование
ИД-2. ПК-1 ИД-3 ПК-2	Самостоятельное изучение литературы	Собеседование

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ТОЧКИ И ВИДЫ ОТЧЕТНОСТИ ПО НИМ

Контроль качества и сроков самостоятельной работы выполняется в соответствии с учебным графиком и оформляется в соответствии с заданием.

Предусмотрена следующая рейтинговая оценка знаний студентов в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации:

Рейтинговая оценка знаний студента

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
5 семестр			
1	Практическое занятие 1-6	5	15
2	Практическое занятие 7-12	10	20
3	Практическое занятие 13-18	15	20
	Итого за 7 семестр:		55
	Итого:		55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным **55**. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

4 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

4.1 Подготовка к лекциям

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин. Ежедневной учебной работе студенту следует уделять 9–10 часов своего времени, т.е. при шести часах аудиторных занятий самостоятельной работе необходимо отводить 3–4 часа.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы.

Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Самостоятельная работа на лекции

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом.

Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях.

Конспект лекций лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными,

чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции.

Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

4.2 Подготовка к семинарским занятиям

Подготовку к семинарскому занятию каждый студент должен начать с ознакомления с планом семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованную к данной теме. На основе индивидуальных предпочтений студенту необходимо самостоятельно выбрать тему доклада по проблеме семинара и по возможности подготовить по нему презентацию. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы семинара, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Структура семинара

В зависимости от содержания и количества отведенного времени на изучение каждой темы семинарское занятие может состоять из четырех-пяти частей:

1. Обсуждение теоретических вопросов, определенных программой дисциплины.
2. Доклад и/или выступление с презентациями по проблеме семинара.
3. Обсуждение выступлений по теме – дискуссия.
4. Выполнение практического задания с последующим разбором полученных результатов или обсуждение практического задания, выполненного дома, если это предусмотрено программой.
5. Подведение итогов занятия.

Первая часть – обсуждение теоретических вопросов - проводится в виде фронтальной беседы со всей группой и включает выборочную проверку преподавателем теоретических знаний студентов. Примерная продолжительность - до 15 минут.

Вторая часть - выступление студентов с докладами, которые должны сопровождаться презентациями с целью усиления наглядности восприятия, по одному из вопросов семинарского занятия. Обязательный элемент доклада - представление и анализ статистических данных, обоснование социальных последствий любого экономического факта, явления или процесса. Примерная продолжительность - 20-25 минут.

После докладов следует их обсуждение – дискуссия. В ходе этого этапа семинарского занятия могут быть заданы уточняющие вопросы к докладчикам. Примерная продолжительность – до 15-20 минут.

Если программой предусмотрено выполнение практического задания в рамках конкретной темы, то преподавателями определяется его содержание и дается время на его выполнение, а затем идет обсуждение результатов. Если практическое задание должно было быть выполнено дома, то на семинарском занятии преподаватель проверяет его выполнение (устно или письменно). Примерная продолжительность – 15-20 минут.

Подведением итогов заканчивается семинарское занятие. Студентам должны быть объявлены оценки за работу и даны их четкие обоснования. Примерная продолжительность - 5 минут.

Работа с литературными источниками

В процессе подготовки к семинарским занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет студентам проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

4.3 Подготовка презентации и доклада

Презентация, согласно толковому словарю русского языка Д.Н. Ушакова: «... способ подачи информации, в котором присутствуют рисунки, фотографии, анимация и звук».

Для подготовки презентации рекомендуется использовать: PowerPoint, MS Word, Acrobat Reader. Самая простая программа для создания презентаций – Microsoft PowerPoint.

Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию. Последовательность подготовки презентации:

1. Четко сформулировать цель презентации: вы хотите свою аудиторию мотивировать, убедить, заразить какой-то идеей или просто формально отчитаться.
2. Определить каков будет формат презентации: живое выступление (тогда, сколько будет его продолжительность) или электронная рассылка (каков будет контекст презентации).
3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку представления.
4. Определить ключевые моменты в содержании текста и выделить их.
5. Определить виды визуализации (картинки) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой материала.
6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер).
7. Проверить визуальное восприятие презентации.

К видам визуализации относятся иллюстрации, образы, диаграммы, таблицы. **Иллюстрация** – представление реально существующего зрительного ряда. **Образы** – в отличие от иллюстраций – метафора. Их назначение – вызвать эмоцию и создать отношение к ней, воздействовать на аудиторию. С помощью хорошо продуманных и представляемых образов, информация может надолго остаться в памяти человека. **Диаграмма** – визуализация количественных и качественных связей. Их используют для убедительной демонстрации данных, для пространственного мышления в дополнение к логическому. **Таблица** – конкретный, наглядный и точный показ данных. Ее основное назначение – структурировать информацию, что порой облегчает восприятие данных аудиторией.

Практические советы по подготовке презентации:

- готовьте отдельно: печатный текст + слайды + раздаточный материал;
- слайды – визуальная подача информации, которая должна содержать минимум текста, максимум изображений, несущих смысловую нагрузку, выглядеть наглядно и просто;
- текстовое содержание презентации – устная речь или чтение, которая должна включать аргументы, факты, доказательства и эмоции;
- рекомендуемое число слайдов 17-22;
- обязательная информация для презентации: тема, фамилия и инициалы выступающего; план сообщения; краткие выводы из всего сказанного; список использованных источников;
- раздаточный материал – должен обеспечивать ту же глубину и охват, что и живое выступление: люди больше доверяют тому, что они могут унести с собой, чем исчезающим изображениям, слова и слайды забываются, а раздаточный материал остается постоянным осязаемым напоминанием; раздаточный материал важно раздавать в конце презентации; раздаточные материалы должны отличаться от слайдов, должны быть более информативными.

Доклад, согласно толковому словарю русского языка Д.Н. Ушакова: «...сообщение по заданной теме, с целью внести знания из дополнительной литературы, систематизировать материал, проиллюстрировать примерами, развивать навыки самостоятельной работы с научной литературой, познавательный интерес к научному познанию».

Тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме учебного занятия. Материалы при его подготовке, должны соответствовать научно-методическим требованиям вуза и быть указаны в докладе. Необходимо соблюдать регламент, оговоренный при получении задания. Иллюстрации должны быть достаточными, но не чрезмерными.

Работа студента над докладом-презентацией включает отработку умения самостоятельно обобщать материал и делать выводы в заключении, умения ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей, отработку навыков ораторства, умения проводить диспут.

Докладчики должны знать и уметь: сообщать новую информацию; использовать технические средства; хорошо ориентироваться в теме всего семинарского занятия; дискутировать и быстро отвечать на заданные вопросы; четко выполнять установленный регламент (не более 10 минут); иметь представление о композиционной структуре доклада и др.

Структура выступления

Вступление помогает обеспечить успех выступления по любой тематике. Вступление должно содержать: название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.

Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио - визуальных и визуальных материалов.

Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.

5 Темы для реферата

Базовый уровень

Знать:

1. Определение автоматизации.
2. Цели автоматизации.
3. Обобщенная структурная схема СИ.
4. Задачи автоматизации.
5. Методы автоматизации.
6. Автоматизация измерительного процесса.
7. Автоматические и автоматизированные измерения.
8. Основные этапы развития автоматизации измерений.
9. Схема процесса измерения и ее анализ с точки зрения автоматизации.
10. Принципы построения автоматических средств измерений.

Уметь, владеть:

1. Базовые элементы технического обеспечения автоматических средств измерений и контроля.
2. Первичные преобразователи.
3. Аналоговые измерительные преобразователи.
4. Усилители.
5. Коммутация измерительных сигналов.
6. Фильтрация измерительных сигналов.
7. Аналого-цифровое преобразование. Преимущества использования цифровых сигналов
8. Аналого-цифровое преобразование. Интервал квантования. Погрешность квантования
9. Аналого-цифровое преобразование. Частота квантования. Стробоскопический эффект
10. Аналого-цифровое преобразование. Методы построения АЦП.

Повышенный уровень

Знать:

1. Первичные преобразователи.
2. Усилители.
3. Коммутация измерительных сигналов.
4. Процесс контроля и возможности его автоматизации.
5. Структурная схема ИС с аналоговой передачей сигнала.
6. Структурная схема ИС с цифровой передачей сигнала.
7. Структура сопряжения приборов и устройств с ЭВМ.
8. Методы автоматизации.
9. Автоматизация измерительного процесса.

Уметь, владеть:

1. Метрологическое обеспечение автоматических средств измерений и контроля.
2. Методы определения точности и помехоустойчивости базовых элементов.
3. Нормирование метрологических характеристик базовых элементов.
4. Автоматизация видов измерений.
5. Автоматизированные средства измерений детерминированных электрических и неэлектрических величин.
6. Автоматизированные средства измерений случайных величин.
7. Автоматизация видов контроля.
8. Автоматизированные средства контроля геометрических размеров и формы.
9. Координатно-измерительные машины.
10. Классификация, структурные схемы, характеристики.
11. Автоматизация выборочного контроля.
12. Разработка автоматизированной системы испытаний