

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

**Алгоритмы и программы для персональных
компьютеров при разработке виртуальных приборов и
моделей**

Электронные методические указания
к практическим занятиям

Самара

2010 г.

УДК 681.2: 629.13(075.8)

Составители: **Прилепский Василий Андреевич,**
Коптев Анатолий Никитович

Методические указания содержат сведения, необходимые для изучения и практического применения алгоритмов и программ виртуальных приборов и моделей. Приведены рекомендации и разъяснения пошагового построения виртуальной модели в программной среде LabVIEW и его приборной панели, представлены примеры разработки виртуальных приборов, и методика моделирования физических приборов и систем.

Методические указания предназначены для магистров высших учебных заведений, обучающихся по магистерской программе “Контроль состояния и диагностирование неисправности летательных аппаратов и их функциональных систем” по направлениям подготовки 162 300.68 “Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей” и 162500.68 “Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов” и изучающих дисциплину “Теория и практика контроля и диагностики систем авиационной техники”.

Подготовлено на кафедре эксплуатации авиационной техники.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2010

Оглавление

ПЕРЕВОД АНГЛИЙСКИХ СЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В LABVIEW	4
1 СРЕДА ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW	8
1.1 Виртуальные приборы в LabVIEW	8
1.2 Использование LabVIEW	10
2 АЛГОРИТМЫ ПОЗНИНИЯ LABVIEW	11
3 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ LABVIEW	21
3.1 Система воздушных сигналов СВС-ПН-15-4.....	21
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	32

ПЕРЕВОД АНГЛИЙСКИХ СЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В LabVIEW

Abort – прервать	Caption – заголовка
Absolute Value – абсолютная величина	Case Structure – структура вариантов
Add – сложить	Change to Control – заменить на элемент управления индикатор
Add Element – добавить элемент	Clear – удалить
Add Item After – добавить элемент после	Close – закрыть
Add Item Before – добавить элемент до	Cluster – кластер
Add Shift Register – добавить сдвиговой регистр	Coercion Dot – точка приведения типов
Align – выравнивание	Common plots – шаблоны графиков
And – И	Comparison – сравнение
Array – массив	Conditional Terminal – терминал условия выхода из цикла
Array Shell – шаблон массива	Connector – соединительная панель
Array size – число элементов массива	Controls – элементы управления
Array Subset – подмножество массива	Conversion – превращение
Black & White – черный и белый	Copy – копировать
Block Diagram – блок диаграмма	Count Terminal – терминал числа итераций
Boolean – логические	Create – создать
Broken – поврежденный	Create Constant – создать константу
Build Array – создать массив	Create Control – создать элемент управления
Build Waveform – создать осциллограмму	Create Indicator – создать индикатор
Bundle – объединить	Custom Pattern – специальный шаблон
	Cut – вырезать

Dataflow – поток данных	Front Panel – лицевая панель
Data Range – диапазон данных	Functions – функции
Decorations – оформления	Global Variable – глобальные переменные
Decrement – декремент	Graph – граф
Default – по умолчанию	Greater or Equal? – больше или меньше?
Delete – удалить	Group – группировка
Description & Tip – описание и подсказка	Help – справка
Digital Display – цифровой дисплей	Help Window – окно помощи
Digits of precision – Разряды точности	Hide Control /Indicator – скрыть элемент управления/ индикатор
Dimension – размерность	Icon – иконка
Disconnect All – отключить все	Icon Editor – редактор иконки
Distribute – распределить	Increment – инкремент
Divide – делить	Index – указатель
Edit – редактировать	Index Array – выборка из массива
Enter – ввод	Indicator – индикатор
Enable State – разрешить состояние	Initialize Array – инициализация массива
Exclusive Or – исключающее ИЛИ	Input – ввод
False – ЛОЖЬ	Iteration Terminal – терминал счетчика итераций
File – файл	Label – ярлык
Find – найти	Labeling Tool – инструмент ввода текста
Find Terminal – найти терминал	List Errors – список ошибок
Font – шрифт	Local Variable – локальные переменные
Font Dialog – настройка шрифтов	Lock – блокировать
For Loop – цикл с фиксированных числом итераций	Mechanical Action – механическое действие
Formula Node – узел формулы	

Move Forward – сдвинуть вперед	Quotient & Remainder – и остаток
Move to Back – сдвинуть на заданный план	Random Number – случайное число (0-1)
Move to Front – сдвинуть на передний план	Reciprocal – обратно пропорциональный
Multiply – умножить	Remove broken wires – удалить поврежденные проводники
Node – узел	Remove While Loop – удалить цикл с фиксированным числом итераций
Not – НЕ	Replace –заменить
Numeric – числовые	Replace Array Element – заменить элемент массива
Numeric Indicator – числовой индикатор	Representation – представление
Open – открыть	Round to Nearest – округлять до ближайшего
Open VI – открыть ВП	Run – запуск; пуск
Operating Tool – инструмент управления	Save – сохранить
Or – ИЛИ	Save as– сохранить как
Output – вывод	Scalar – скаляр
Overlay Plots – совмещенные графики	Scale Legend – панель редактирования шкалы
Palette – палитра	Select – выбор
Paste – вставить	Selector Terminal –терминал селектора структура вариантов
Pattern – шаблон	Sequence Structure –структура последовательности
Pause – пауза	Shift register –сдвиговый регистр
Plot Legend – панель редактирования графика	Show –показать
Positioning Tool – инструмент перемещения	Show Connector –показать соединительная панель
Power of – степень	Show Diagram –показать диаграмму
Print – печать	
Print Window – печать текущего окна	
Pictorial Form – иконная форма	

Show Frame –показать кадр

Show Error List –показать список ошибок

Sign –знак

Square root –квадратный корень

Strings & Paths – строки и пути

Structures – структуры

Subpalette – подпалитра

Subtract – вычесть

SubVI – Виртуальный подприбор

Switch when Pressed – включить при нажатия

Switch when Released – включить при отпускании

Terminals – терминалы

Thumbtack – кнопка

Time & Dialog – Время и диалог

Tick Count (ms) – счетчик времени (мс)

Toolbar – инструментальная панель

Trigonometric – тригонометрические

True – ИСТИНА

Tutorial – Учебник

Unbundle – разделить

Undo – отменить

Ungroup – снять группировку

Vertical Toggle Switch – вертикальный переключатель

Visible Items – Видимые элементы

Virtual Instruments (VI) – Виртуальный прибор (ВП)

Wait (ms) – задержка (мс)

Wait until Next ms Multiple – Задержка до следующего кратного интервала (мс)

Waveform Chart – Развертка осциллограммы

Waveform Graph – график осциллограммы

While Loop – цикл по условию

Window – окно

Wire – проводник

Wiring Tool – инструмент соединения

XY-Graph – двух коорд

1 СРЕДА ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW

Развитием идеи визуального программирования является концепция графического программирования, предусматривающая «рисование» всей программы целиком. Особенно много преимуществ реализация идеи графического программирования дает в области SCADA-систем (от английского Supervisory Control And Data Acquisition - управление системами и сбор данных), поскольку позволяет согласовывать в рамках единого программного проекта три различных графических нотации: 1) язык структурных и функциональных схем; 2) язык принципиальных схем; 3) язык схем алгоритмов (блок-схем).

Наиболее последовательное и удачное отражение концепции визуального и графического программирования SCADA-систем нашли в разработках фирмы National Instruments - пакетах LabWindows и LabVIEW.

Lab VIEW (Laboratory Virtual Instruments Engineering Workshop) - это система программирования, разработанная фирмой National Instruments (США) и ориентированная на создание приложений в области автоматизации научных исследований, управления производством и промышленными установками и т.п. LabVIEW по своим возможностям приближается к системам программирования общего назначения, например к Delphi. Тем не менее, между ними существует ряд важных различий.

1. Система LabVIEW основана на принципах графического программирования.
2. Система LabVIEW основана на принципах объектно-ориентированного программирования.
3. Система LabVIEW является проблемно-ориентированной. Она поддерживает программирование множества действий.

1.1 Виртуальные приборы в LabVIEW

Каждая программа LabVIEW представляет собой отдельный виртуальный прибор (ВП), то есть - программный аналог некоторого реально существующего или воображаемого устройства, состоящий из двух взаимосвязанных частей.

1. Лицевая панель описывает внешний вид ВП и содержит множество средств ввода

информации - так называемых средств управления, а также множество средств визуализации информации - так называемых индикаторов.

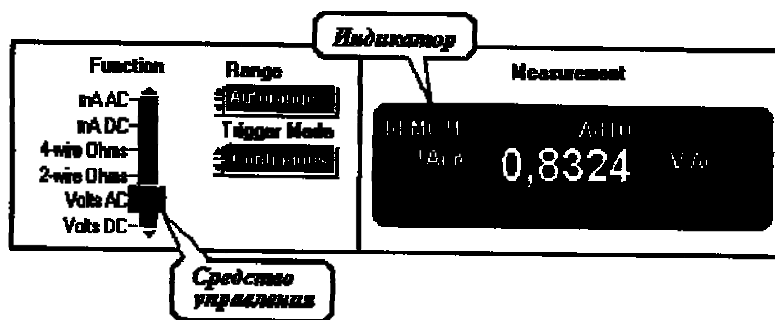


Рисунок 1.1. Лицевая панель ВП – аналога цифрового тестера Fluke 8840A

На рисунке 1.1 к индикаторам относится, например, табло «Measurement»,

отображающее разряды числового значения измеряемой величины, а к средствам управления - ползунок «Function», переключатель диапазона измерений «Range» и переключатель режима измерений «Trigger Mode».

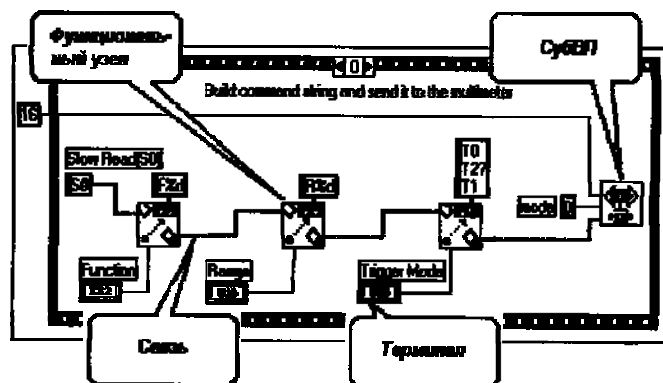


Рисунок 1.2. Блок-схема ВП – аналога цифрового тестера Fluke 8840A

2. Блок-схема описывает алгоритм работы ВП

Каждый ВП, в свою очередь, может использовать в качестве составных частей другие ВП, подобно как любая программа, написанная на языке высокого уровня, использует свои подпрограммы. Такие ВП нижнего уровня обычно называются субВП. На рисунке 1.2 к субВП относится элемент «Send DEMO» - это ВП, непосредственно реализующий операции по переключению диапазонов, преобразованию сигналов, генерации поразрядного представления результата и т.п.

Также на рисунке можно отметить многочисленные функциональные блоки, играющие роль «задних контактов» для объектов лицевой панели, - это так называемые

терминалы. Каждому терминалу обязательно соответствует какой-либо индикатор или средство управления, расположенные на лицевой панели.

Важными элементами блок-схемы являются функциональные узлы -встроенные субВП, являющиеся частью LabVIEW и выполняющие predetermined операции над данными. Данные от терминалов к функциональным узлам и между различными функциональными узлами передаются при помощи связей, которые изображены на рисунке разноцветными линиями различной толщины. Наконец, рамка со скругленными углами, ограничивающая группу соединенных между собой терминалов и функциональных узлов, - это функциональный узел особого вида, управляющая структура.

1.2 Использование LabVIEW

Обычному пользователю, как правило, приходится иметь дело с уже готовыми, заранее разработанными другими людьми ВП. Ему доступна только лицевая панель ВП, в то время как блок-схема ВП скрыта от его глаз. Пользователь снимает какие-либо показания, следит за ходом выполнения какого-нибудь процесса или даже контролирует его ход, используя средства управления передней панели - ручки, тумблеры, кнопки и т.п.

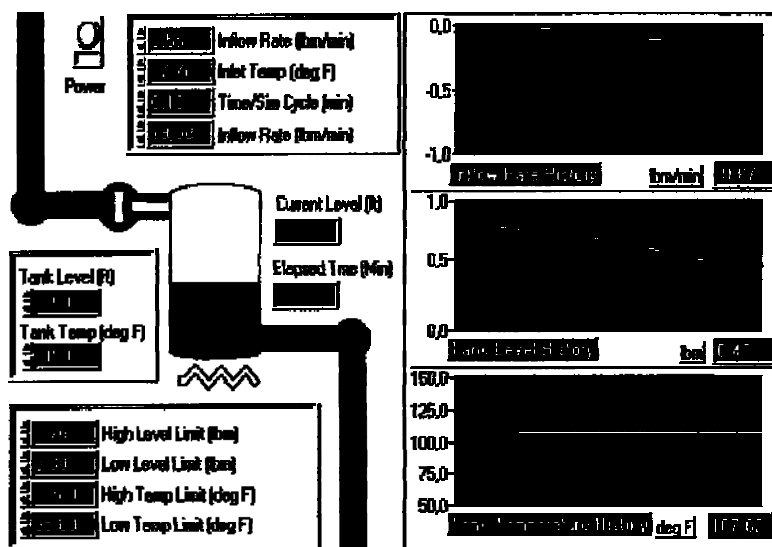


Рисунок 1.3. Пример ВП, предназначенного для управления технологическим процессом

Надо очень четко представлять себе, что ВП - это только модель тех элементов реального прибора или установки, которые гораздо проще и дешевле реализовать в виде программы. Но для того, чтобы ВП можно было использовать как реальный заменитель конкретного осциллографа или распределительного щита, необходимо осуществить связь между объектом физического мира (например, управляемой технологической установкой, см. рисунок 1.3) и программой ВП. Эта связь традиционно осуществляется при помощи специализированных технических средств, - датчиков, аналогово-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, интерфейсов передачи данных и пр., - образующих в

совокупности комплекс устройств связи с объектом (УСО). Соответственно, ВП должен иметь выход на программу (драйвер) обслуживания внешнего устройства, являющегося частью УСО (например, на драйвер «измерительной платы», драйвер контроллера КАМАК и т.п). Обычно в роли такого «связующего звена» выступает функциональный узел блок-схемы ВП или субВП, недекомпозируемый на более мелкие структурные составляющие. Часто он представляет собой фрагмент программного кода, разработанный не средствами Lab VIEW, а при помощи языка Ассемблера или Си.

2 АЛГОРИТМЫ ПОЗНИНИЯ LABVIEW

Рассмотрим применение LabVIEW на примере моделирования унифицированного доплеровского измерителя ДИСС-3П, предназначенного для непрерывного автоматического определения путевой скорости (W) и угла сноса (УС) самолета и выдачи их в навигационное вычислительное устройство НВУ-БЗ, указатель скорости УСВП-К и плано-навигационный прибор ПНП-1.

Система ДИСС-3П обеспечивает измерение параметров в диапазонах:

Путевой скорости	200-1300 км/ч
Угла сноса	20
Средняя квадратичная погрешность измерения:	
Путевой скорости	0,35%
Угла сноса	15
Значения измеряемых параметров в режиме самоконтроля:	
Путевой скорости	860-960 км/ч
Угла сноса	0 – 30
Потребляемая мощность:	
По сети переменного тока 115в 400Гц	600 ВА
По сети постоянного тока 27в	

Примечание. В демонстрационном пакете LabVIEW for Windows версий 4.x-6.x, поставляемых на лазерных компакт-дисках, система разработки запускается щелчком по кнопке "Explore LabVIEW for your own applications" ("Изучите работу с LabVIEW на примере собственных приложений").

Шаг 1. Запустите установленную на Вашем компьютере версию LabVIEW.

Шаг 2. Установите курсор примерно в центре лицевой панели (см. рисунок 2). Щелкните правой кнопкой мыши и удерживайте ее до тех пор, пока не появится

всплывающие меню "Controls" ("Средства управления"). Вызов всплывающего меню правой кнопкой мыши - наиболее предпочтительный метод создания и изменения объектов LabVIEW.

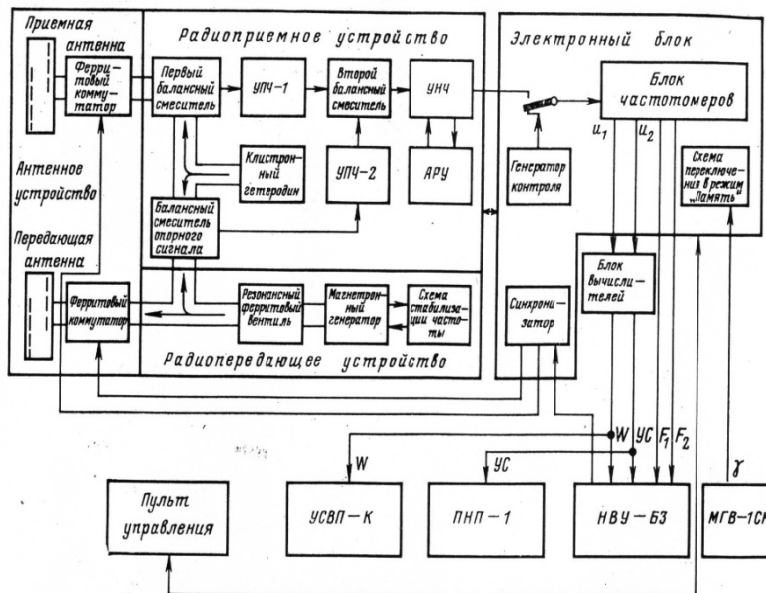


Рис. 3.4. Функциональная схема измерителя ДИСС-ЗП

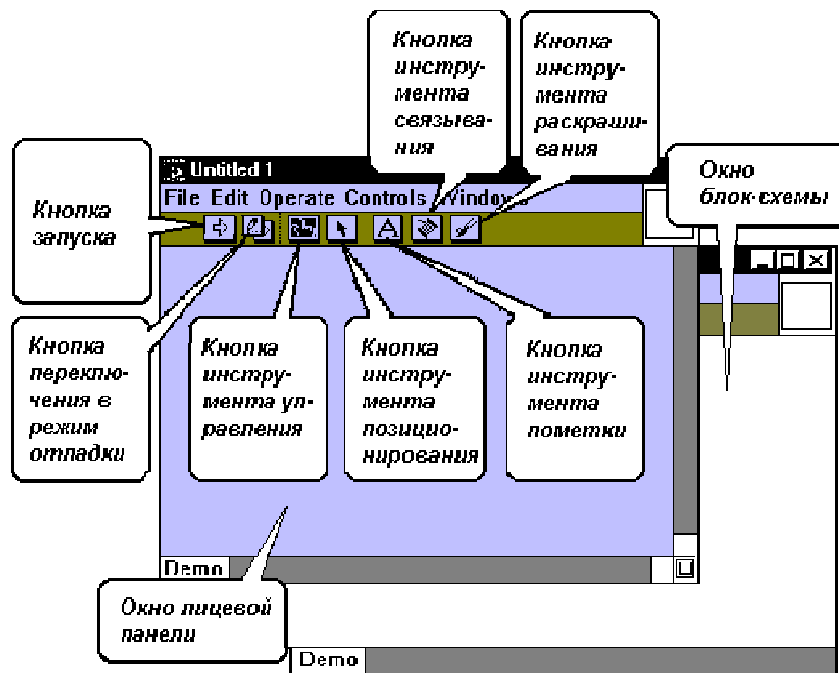


Рисунок 2 - Вид окон после запуска LabVIEW



Рисунок 2.1 - Инструменты 5.x версии

Примечание. В LabVIEW версий 4.x-6.x всплывающее меню содержит не текстовые строки, но пиктограммы со стилизованными изображениями.

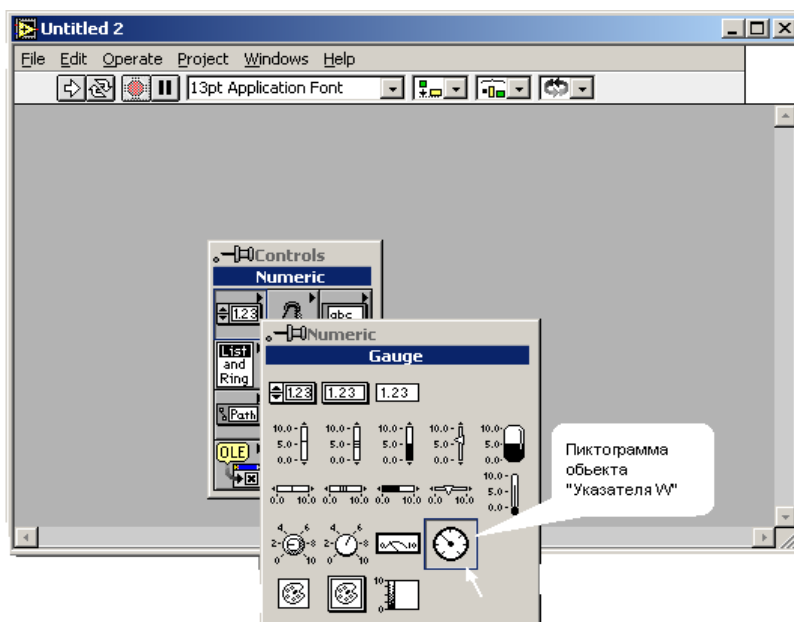


Рисунок 2.2 - Выбор объекта "Указателя W"

Шаг 3. Продолжайте удерживать правую кнопку мыши, перемещая стрелку курсора на элемент "Numeric" ("Числовые"), а также на ту палитру, которая в результате этого появится (см. рисунок 2.2). Когда курсор мыши проходит через каждую пиктограмму, имя соответствующего элемента появляется в верхней части палитры. Отпустите кнопку мыши, когда стрелка окажется на пиктограмме "Gauge" ("Указатель").

Шаг 4. Для изменения пределов измерения на шкале "Указателя W":



щелчком по пиктограмме инструмента пометки (см. рисунок 2.1) выберите инструмент пометки ("буковку");
дважды щелкнув по нижнему пределу измерений на изображении "Указателя W", переведите его в

режим редактирования; замените строку "10.00" на "900.0" и нажмите клавишу <Enter> на цифровой клавиатуре.

Таким же образом изменяйте любые значения. LabVIEW автоматически промасштабирует промежуточные значения на шкале, как показано на рисунке 2.3

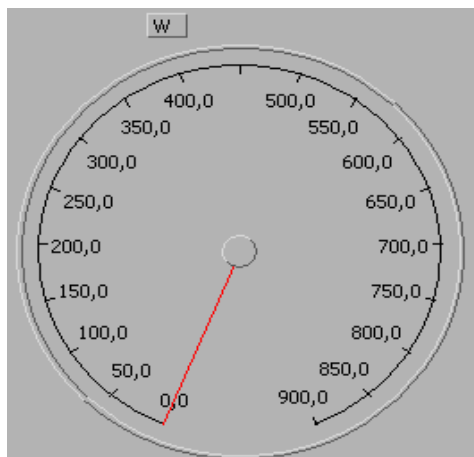


Рисунок 2.3 - Пример изменения пределов измерений

Примечание. В LabVIEW версий 4.x-6.x пиктограммы инструментов располагаются не в верхней части окна панели, но в отдельном окне. Если это окно не присутствует на экране, то его можно открыть, выбрав в меню "Windows" ("Окна") пункт "Show Tools palette" ("Показать палитру инструментов").




DBL Шаг 5. Выберите пункт "Show Diagram" ("Показать блок-схему") из меню "Windows", и окно блок-схемы станет активным. Оно уже содержит для индикатора «W» терминал в виде двойного оранжевого прямоугольника с буквами "DBL".

Оранжевый цвет зарезервирован для обозначения связей и терминалов, оперирующих с данными вещественного типа. Используются следующие цвета для различных типов данных:

- **синий** - для целого типа;
- **оранжевый** - для вещественного типа;
- **зеленый** - для логического (булевского) типа;
- **сиреневый** - для строкового типа;
- **цвет морской волны** - для типа "имя файла";
- **темно-серый** - для типа "идентификатор открытого файла";
- **коричневый** - для комбинированных типов.


Буквы "DBL" уточняют, что терминал оперирует с вещественными данными двойной точности, с данными типа "double". Также используются следующие аббревиатуры для уточнения числовых типов данных:

- **SGL** - для вещественных данных одинарной точности;
- **DBL** - для вещественных данных двойной точности;
- **EXT** - для вещественных данных повышенной точности;
- **I8** - для целых восьмибитовых данных со знаком;
- **I16** - для целых шестнадцатибитовых данных со знаком;
- **I32** - для целых тридцатидвухбитовых данных со знаком;
- **U8** - для целых восьмибитовых данных без знака;
- **U16** - для целых шестнадцатибитовых данных без знака;
- **U32** - для целых тридцатидвухбитовых данных без знака;
- **GSG** - для комплексных данных одинарной точности;
- **GDB** - для комплексных данных двойной точности;
- **GXT** - для комплексных чисел расширенной точности.

 Шаг 6. Для перемещения объекта и изменения его размеров выберите инструмент позиционирования ("стрелочку").

Щелкните по терминалу объекта "W" левой кнопкой мыши, и он окажется внутри штриховой рамки. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, вы можете "перетащить" выделенный таким образом объект в любую точку панели.

Примечание. Нажав и удерживая нажатой левую кнопку мыши, Вы можете выделить группу рядом расположенных объектов. Кроме того, одновременно нажав и удерживая не только левую кнопку мыши, но и клавишу **Shift**, Вы можете последовательно выделить инструментом позиционирования несколько отдельных объектов.

 Вернитесь на переднюю панель и наведите (не нажимая кнопку мыши) инструмент позиционирования на один из углов изображения "Указателя". Когда угол "раздвоится", Вы можете нажать левую кнопку мыши и,

удерживая ее, изменить размеры объекта.

Примечание. Изменению размеров поддаются почти все объекты передней панели. На панели блок-схем возможно изменять только размеры рамок управляющих структур и некоторых специфических узлов.

Нажатием клавиши можно удалить выделенный объект или группу объектов. Важная особенность: терминалы объектов лицевой панели не могут быть удалены из блок-схемы. Они уничтожаются только вместе с порождающими их объектами лицевой панели.

Выделенный объект может быть скопирован в буфер промежуточного хранения и вставлен в любой точке панели (см. соответствующие пункты в меню "Edit").

Выделенный объект может быть продублирован, если перемещать его инструментом позиционирования, одновременно удерживая нажатой клавишу <Ctrl>.

Шаг 7. Снова перейдите на панель блок-схемы, правой кнопкой мыши вызовите палитру, выберите и разместите на панели следующие объекты :



из палитры "Functions" ("Функции") пиктограмму объекта «Numeric» "Trigonometric" ("Тригонометрия"), а в ней функцию ;"Inverse Tangent" (арктангенс).

Примечание. В демонстрационной версии LabVIEW этот объект может называться "Demo Voltage Read" ("Демонстрационный источник напряжения"), а палитра, в которой хранится пиктограмма объекта, может носить наименование "Getting Started" ("Первые шаги").



из палитры "Functions" ("Функции") пиктограмму объекта «Numeric» "Trigonometric" ("Тригонометрия"), а в ней функцию ;"Cosine" (косинус).



из палитры "Arithmetic" ("Арифметика") объект Multiply ("Умножение").

Выберите все нужные объекты и инструментом пометки отредактируйте новые объекты следующим образом:

- внутри объекта "Числовая константа" поместите число 2;

- щелкнув правой кнопкой мыши на терминале "Указателя W", вызовите меню свойств объекта, в нем последовательно выберите "Show" ("Показать") и "Label" ("Метка"), и инструментом пометки внесите внутрь поля метки наименование объекта (например, латинскими буквами - "Указатель W" или просто - "W").

Обратите внимание: в левой верхней части окна на панели инструментов имеется кнопка запуска приложения LabVIEW. Она одновременно играет роль индикатора: пока внутри нее изображена разрушенная стрелка (см. рисунок 2.4), приложение LabVIEW не готово к работе.



Шаг 8. Выберите инструмент связывания ("катушку").
Переместите "катушку" на объект "Inverse Tangent".
Объект начнет мигать, показывая, что готов к связыванию.
Щелкните левой кнопкой мыши и "закрепите" левый конец линии связи.

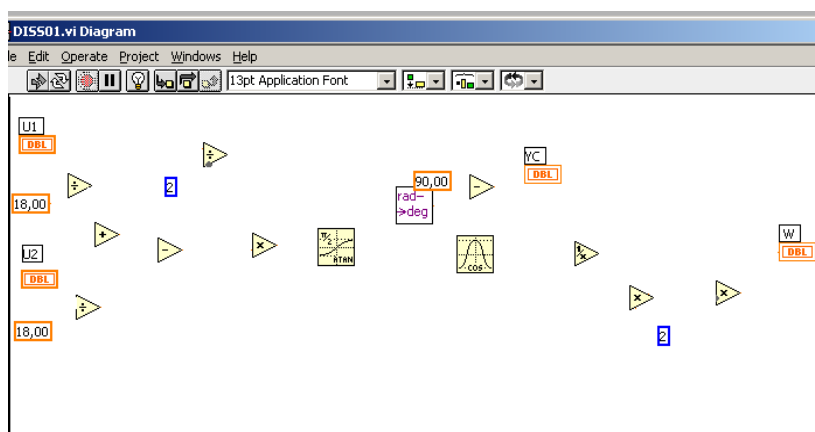


Рисунок 2.4 - Отдельные объекты на панели блок-схемы

Перемещайте связь мышью в направлении объекта "Умножение". Вы можете организовывать на создаваемой линии связи изгибы, останавливаясь и щелкая левой кнопкой мыши. Переместите инструмент связывания на левый верхний угол объекта "Multiply". Этот угол начнет мигать, сигнализируя о том, что вы можете завершить соединение. Нажмите левую кнопку мыши для "закрепления" правого конца линии связи.

Аналогичным образом соедините объект "Числовая константа" с левым нижним углом объекта "Умножение", а правый угол объекта "Умножение" с терминалом объекта "W".

Обратите внимание: после того как вся схема соединена правильно стрелка на кнопке запуска теперь "исправна" - приложение LabVIEW готово к работе.

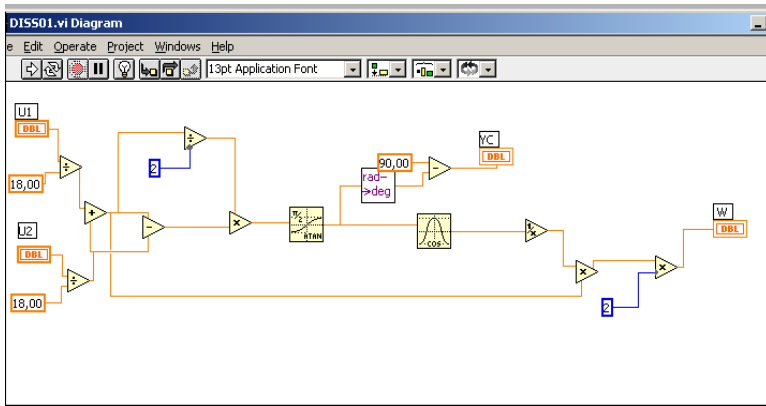


Рисунок 2.5 - Связанные объекты на панели блок-схемы



Шаг 9. Переместитесь на лицевую панель и запустите созданное приложение щелчком по кнопке запуска. Объектами "U1 и U2", с занесёнными в них значениями, сгенерируют одно числовое значение на выходе некоего датчика (например, W), которое будет промасштабировано умножением на 2 и отображено на лицевой панели.



Шаг 10. В правой верхней части лицевой панели располагается квадратное поле, содержащее заготовку пиктограммы создаваемого ВП.

Примечание. В младших версиях демонстрационного пакета LabVIEW это поле может не содержать никаких изображений.

Переместите на это поле курсор мыши, нажатием правой кнопки вызовите всплывающее меню и выберите пункт "Edit Icon" ("Редактировать пиктограмму"). На экране появится окно графического редактора, содержащее увеличенное изображение пиктограммы.

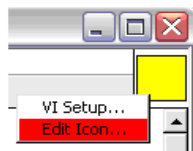


Рисунок 2.6 – Окно увеличения изображение пиктограммы

Используя средства, примерно аналогичные используемым в редакторе MS Paint (или MS PaintBrush), нарисуйте свой собственный вариант пиктограммы и нажмите кнопку "OK".

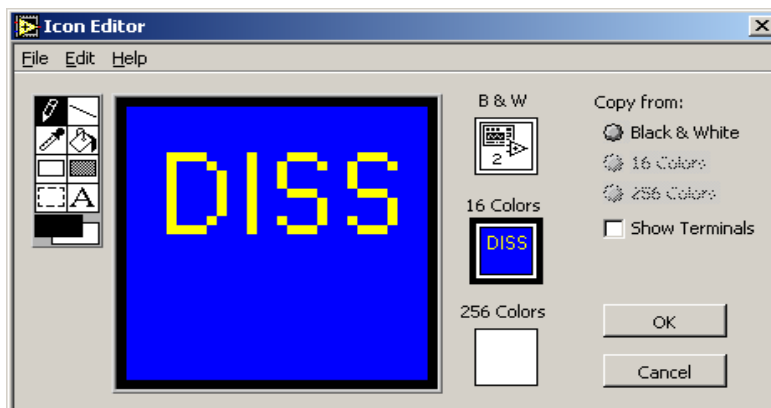


Рисунок 2.7 - Редактор пиктограмм

Шаг 11. Построенный нами ВП является моделью цифрового ДИССа. Другие, более сложные ВП, будут использовать его в качестве своего субВП. По аналогии с процедурами программ, написанных на языках типа Паскаль или Си, необходимо описать входные и выходные параметры построенного субВП.

Повторите начальные действия, использованные Вами на предыдущем шаге, но выберите во всплывающем меню пункт "Show Connector" ("Показать соединитель"). Курсор мыши автоматически переключится в режим инструмента связывания (в режим "катушки"), а поле пиктограммы очистится. Правой кнопкой мыши вызовите в этом поле всплывающее меню и выберите пункт "Patterns" ("Образцы"). На экране появится палитра, содержащая образцы или заготовки для различных вариантов взаимного расположения и для различных количеств входных и выходных параметров субВП (см. рисунок 2.8). При этом каждая прямоугольная секция образца предназначена для ассоциирования с каким-либо входным или выходным параметром субВП.

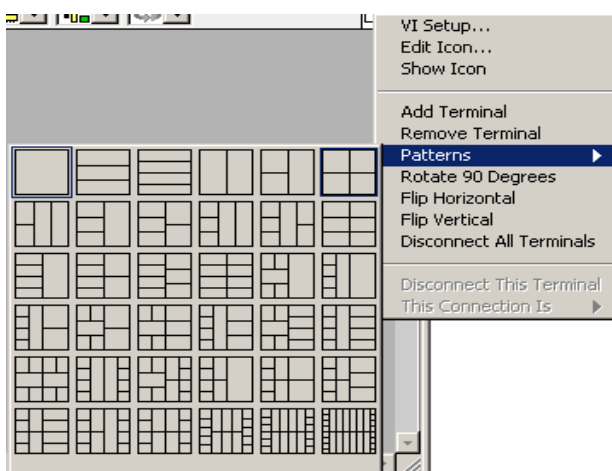


Рисунок 2.8 - Палитра образцов

Выберем образец, соответствующий двум входным и двум параметрам выхода и щелкнем на нем курсором «Катушки». Выбранный образец переместится в пустое поле. Поочередно щелкнем курсором «катушки» по объектам лицевой панели и по различным секциям образца. Секции образца, для которых уже установлено соответствие, окрашиваются в серый цвет.

Шаг 12. Сохраните созданный субВП, используя пункт "Save As..." ("Сохранить как...") меню "File" ("Файл"). В дальнейшем можно использовать этот блок как ВП, для этого достаточно выбрать его из библиотек, рисунок 2.9.



Рисунок 2.9 – Библиотека субВП

в открывшемся (рисунок 2.10.) окне выбираем нужный нам блок, чтобы использовать в более крупных и сложных схемах.

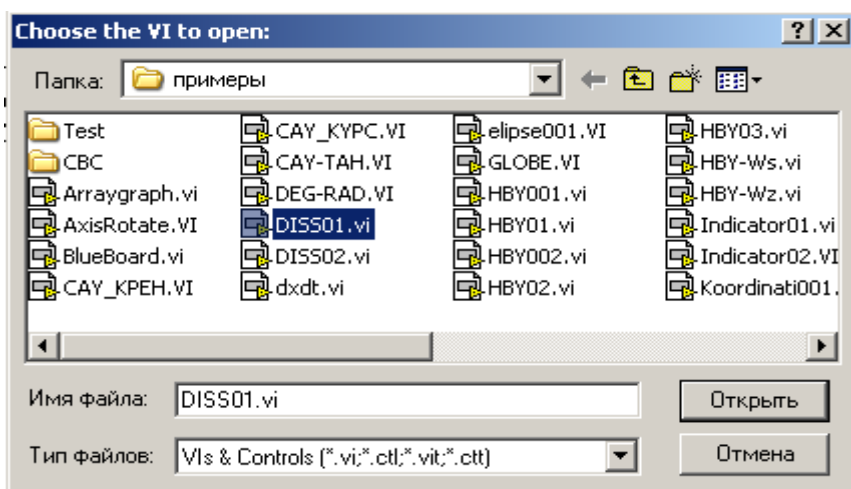


Рисунок 2.10 - Панель выбора крупных и сложных блоков

3 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ LabVIEW

3.1 Система воздушных сигналов СВС-ПН-15-4

3.1.1 Принцип работы и характеристики СВС

Система воздушных сигналов СВС-ПН-15-4 предназначена для измерения следующих параметров:

- числа M ;
- истинной воздушной скорости V ;
- относительной барометрической высоты $H_{\text{отн}}$;
- абсолютной барометрической высоты $H_{\text{абс}}$;
- отклонение числа M от заданного значения ΔM ;
- отклонения абсолютной барометрической высоты от заданного значения ΔH .

Диапазон измерения:

Число M	0,3—1
Истинная воздушная скорость.....	200—1200 км/ч
Относительная высота.....	0—15км
Абсолютная высота.....	500м—15км

СВС-ПН-15-4 представляет собой счетно-решающее устройство аналогового типа, определение параметров в котором построено на измерении статического p_c и полного p_n давления на уровне земли p_z и температуры торможения воздуха T_T . Датчики системы непрерывно измеряют и выдают величины динамического p_d и статического p_c давления, которые с помощью функциональных преобразователей напряжения (ПНФ) преобразуются в напряжения переменного тока, пропорциональные логарифмам этих давлений. Измеряемые системой параметры определяются из следующих соотношений.

$$\text{Число } M \quad P_d / P_c = (1 + 0,2M^2)^{3,5} - 1.$$

Истинная воздушная скорость

$$V = f(M)_v \sqrt{T_T}, \quad \text{где} \quad f(M)_v = 72.1728M / \sqrt{(1 + 0,2M^2)}.$$

Абсолютная барометрическая высота

$$H_{\text{абс}} = 44309,34 [1 - (P_c / P_o)^{0,19028}] \quad \text{для } H \leq 11 \text{ км},$$

$$H_{\text{абс}} = 11000 + 14539,64 \lg(P_{11} / P_c) \quad \text{для } H \leq 30 \text{ км},$$

где $P_o = 760$ мм рт. ст.;

P_{11} — давление на высоте 11 км.

Относительная барометрическая высота

$$H_{\text{отн}} = H_{\text{абс}} - H_3,$$

где H_3 — абсолютная барометрическая высота уровня земли.

Приведенные уравнения решаются в вычислителе ВСМВ-1-15.

Основными элементами функциональной схемы вычислителя являются:

- датчик статического давления;
- датчик динамического давления;
- функциональные преобразователи напряжения;
- масштабные полупроводниковые усилители;
- силовые трансформаторы;
- выходные трансформаторы по решаемым параметрам.

В датчиках статического и полного давления применяются соответственно анероидные и манометрические чувствительные элементы, имеющие характеристики, близкие к логарифмическим:

$$\omega_c = f(P_c) \approx \lg(1/P_c) \quad \text{и} \quad \omega_d = f(P_d) \approx \lg P_d,$$

где ω_c —прогиб анероидного чувствительного элемента;
 ω_d —прогиб манометрического чувствительного элемента.

3.1.2 Разработка модели системы воздушных сигналов СВС

Для разработки виртуальных приборов используются программу LabVIEW. При построения соблюдаются следующие шаги:

1. Запустить установленную версию LabVIEW.
2. Установить курсор примерно в центре лицевой панели. Щелкнуть правой кнопкой мыши и удерживать ее до тех пор, пока не появится всплывающее меню “Controls” («Элемент управления»).
3. Продолжая удерживать правую кнопку мыши, переместить стрелку курсора на элемент “Numeric” («Числовые»), а также на палитру, которая в результате этого появится (рисунок 3.1). Когда курсор мыши проходит через каждую пиктограмму, имя соответствующего элемента появится в нижней части палитры. Отпустить кнопку мыши, когда стрелка окажется на пиктограмме “Gauge”(«Указатель»). Также дважды повторить этот шаг, но при этом выбирается “Digital Control” («Цифровой Элемент управления»).

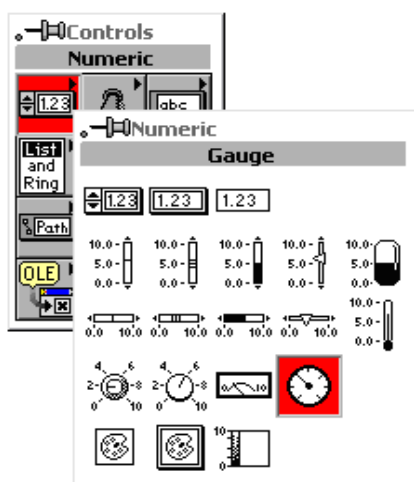


Рисунок 3.1 – Палитра пиктограмм

4. Для изменения пределов измерения на шкале («Указатель»):

-выбрать на линейке пиктограмм инструмент пометки («буковку»), (рисунок 3.2);



Рисунок 3.2 – Панель инструментов

-дважды щелкнув по верхнему пределу измерений на изображении указателя, перевести его в режим редактирования;

-заменить строку “10.0” на “ 1.0” и нажмите клавишу <Enter> на цифровой клавиатуре. Также заменить нижний предел с “0.0” на “0.3” LabVIEW автоматически промасштабирует промежуточные значения на шкале.

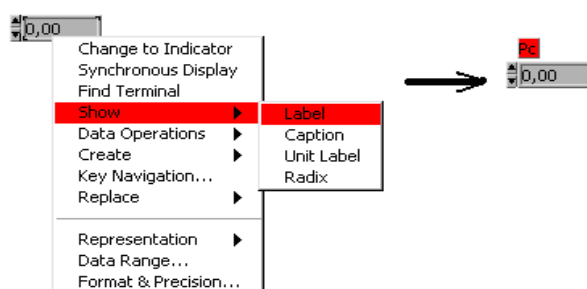


Рисунок - 3.3 - Поля метки наименования объекта

5. Щелкнув правой кнопкой мыши на одно из входа, вызвать меню свойств объекта, в нем последовательно выбрать “Show” «Показать» и “Label” («Метка»)

(рис.3.3), и инструментом пометки внести внутрь поля метки наименование объекта («Pc»—для обозначения статического давления) (рис. 3.3).

6. Выбрать пункт “Show Diagram” («Показать блок-схему») из меню “Windows”, и окно блок-схемы станет активным (рисунок 3.4)

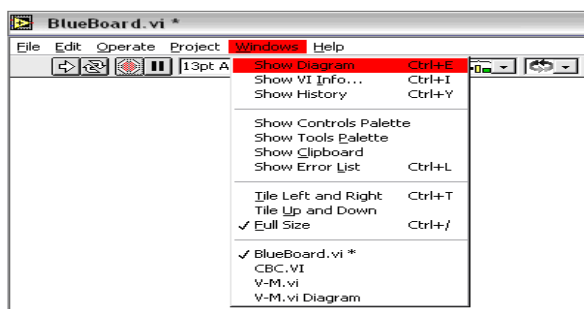




Рисунок 3.4 – Переход на блок-схему

Окно уже содержит индикатор Число Маха в виде двойного оранжевого прямоугольника с буквами “DBL”  и два «элемента управления» для введения величины постоянного и статического давления ,также с буквами “DBL”  . Оранжевый цвет зарезервирован для обозначения связей и терминалов, оперирующих с данными вещественного типа.

7. Для перемещения индикатора и «элемента управления» выбрать инструмент позиционирования («стрелочку»). Щелкнуть по терминалу «элемента управления» левой кнопки мыши, и он окажется внутри штриховой рамки. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, перетащить выделенный таким образом «элемент управления» в любую точку панели (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 - Элементы управления

8. Разместить на панели ВП “PcPn.VI” из палитры “Select a VI ” («Выбор ВП») (рисунок 3.6).

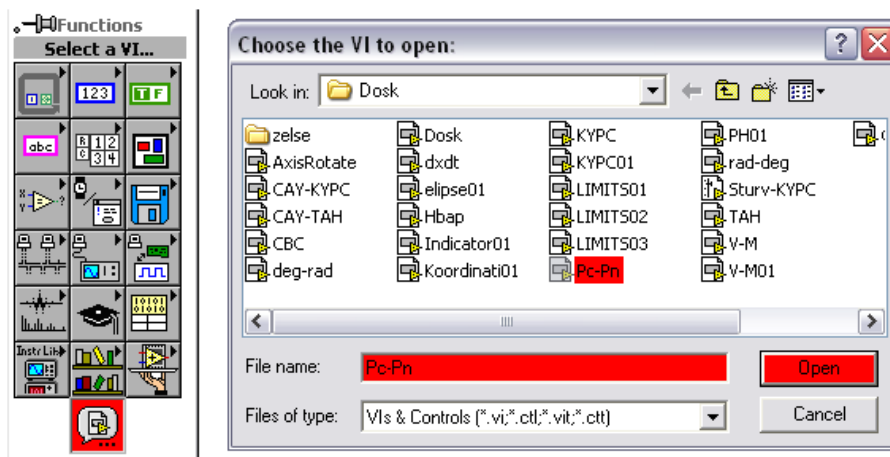


Рисунок 3.6 - Выбор ВП

ВП “Pc, Pn.VI” является приемником полного и статического давления



и выходные сигналы –Pn— полное давление; Pс— статическое давление; и Pд— динамическое давление. Для перехода к блок-схеме щелкнуть правой кнопкой мыши на ВП, при этом появится меню свойств объекта, в нем последовательно выбрать “Open Front Panel” («Открыть лицевую панель») (рисунок 3.7).

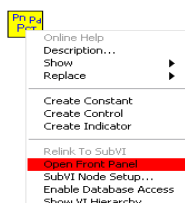







Рис. 3.7 - Открытие лицевой панели

9. В соответствии с законом формирования числа Маха (M), построить вычислительную цепь(рисунок 3.8). Для этого из палитры “Numeric” («Числовые») (рисунок 3.9) разместить следующие объекты:

- “Divide” («Деление») 
- “Increment” («Инкремент») 
- “Decrement” («Декремент») 
- “Square Root” («Квадратный корень») 

- “Reciprocal” (« Обратно пропорциональность») 

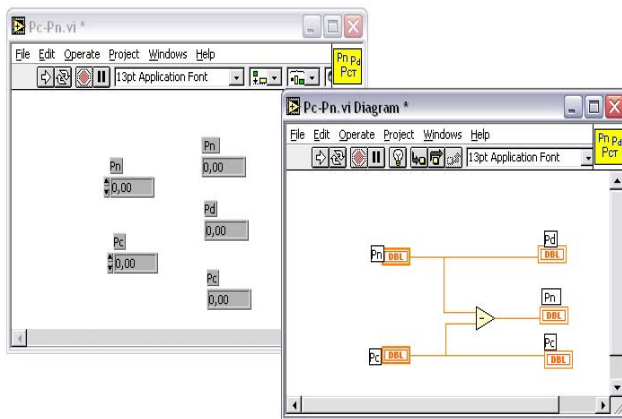


Рисунок 3.8 - Построение вычислительной цепи

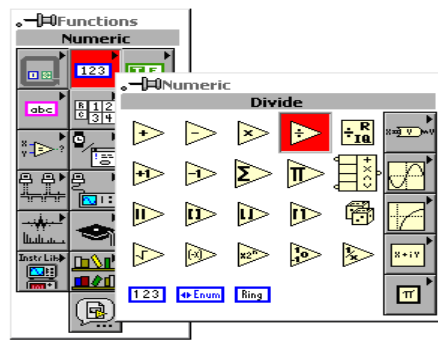



Рисунок 3.9 - Палитра “Numeric” («Числовые »)

-и через “Logarithmic” («Логарифм») -“Power of X ” («Степень X»)  (смотри рисунок 3.10)

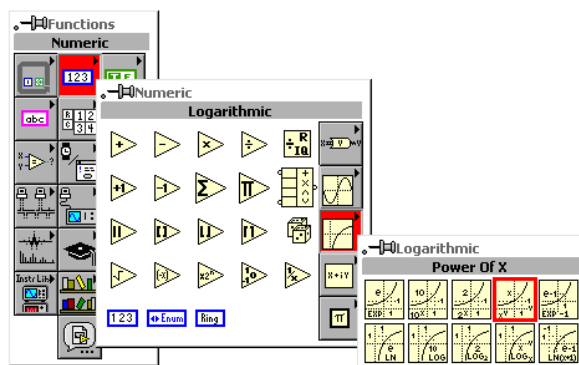


Рисунок 3.10 – Палитра «Логарифм» и «Степень X»

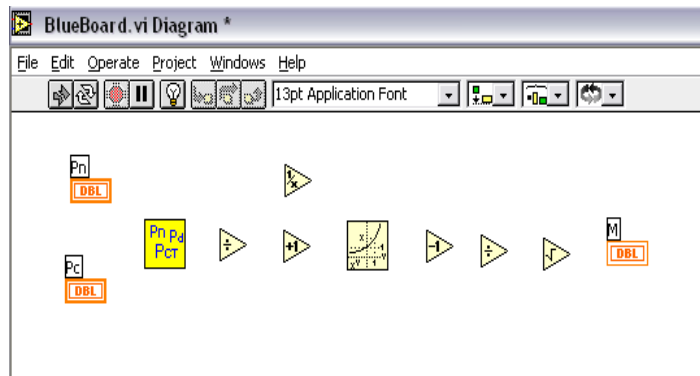


Рисунок 3.11 - Построение вычислительной цепи логарифмирования

10. Щелкнув правой кнопкой мыши на субВП “PcPn.VI”, вызвать меню свойств объекта, в нем последовательно выбрать “Show” («Показать») и “Terminals» («Терминалы») (рисунок 3.12).

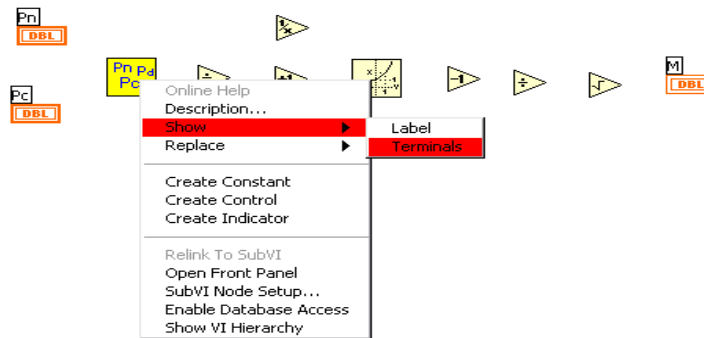


Рисунок 3.12 - Вызов меню свойств объекта

СубВП показывает свои терминалы, но неизвестно какие входы и выходы.



11. Чтобы узнать входные и выходные параметры вызвать “Help” («помощь») (рисунок 3.13). Выбрав объект СубВП, в окно «помощь» показываются входные и выходные (рисунок 3.13)

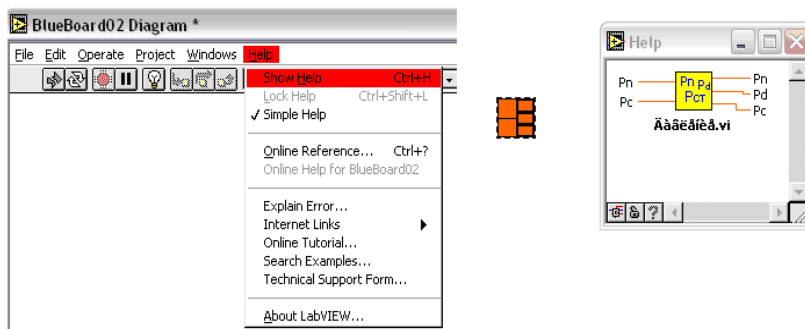









Рисунок 3.13 - Выбор входные и выходные параметры через окно «помощь»

12. Выбрать инструмент связывания «Катушку».  Переместить «катушку» на «Источник» полного давления. Объект начнет мигать, показывая, что готов к связыванию. Щелкнуть левой кнопкой мыши и «закрепить» левый конец связи. Также «закрепить» выходы “Pn” и “Pc” с входами «Деление» , потом выход с входом «Инкремент» .

На вход «Степень X»  поступают два сигнала: один из «Обратная пропорциональность» , а другой с «Инкремент» , входной сигнал которого является постоянным числом (3,5). Чтобы получить это, нажать на элемент один раз левой кнопкой мыши и в появившемся меню выбрать “Create Constant” («Создать константу») (рис. 3.14). Сразу появится постоянное число «закрепляемое» к «Обратная пропорциональность»  (рисунок 3.14) в котором необходимо записать число 3,5.

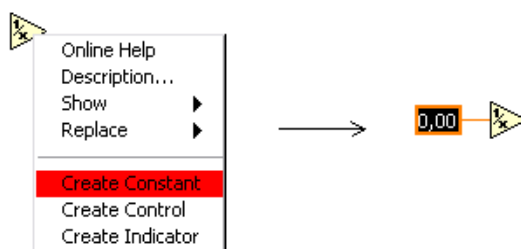


Рисунок 3.14 – Опция «Обратная пропорциональность»

Число 3,5 имеет точность до одного знака после запятой, поэтому необходимо настроить «постоянное число». Для этого необходимо нажать один раз левой кнопкой мыши по элементу «Constant» и выбрать из меню пункт “Format & Precision” («Формат и точность») (рисунок 3.15). В окне “Format & Precision” записать 1 для десятичной части числа и нажать “ОК” (рисунок 3.15).

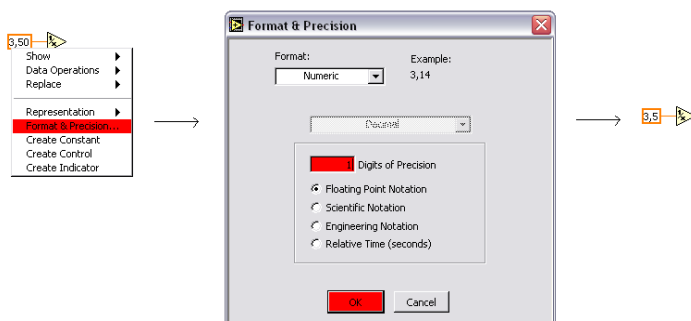


Рис 3.15 - Записать для десятичной части числа

Остальные элементы связать как указано раньше, в результате получим работающую цепь (рисунок 3.16).

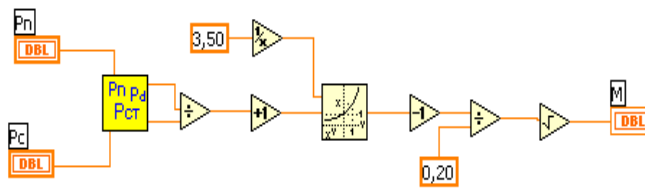


Рисунок 3. 16 – Формирование работающей цепи

13. Далее перемещаемся на лицевую панель где необходимо записать значения Pc и Pn на их источники (рисунок 3.17).

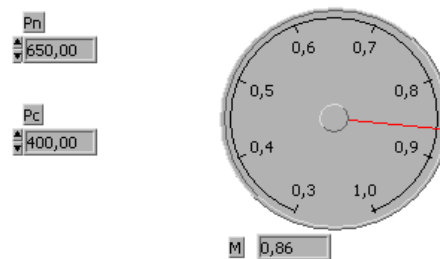


Рисунок 3.17 - Записать значения Pc и Pn на лицевой панели

14. Запустить созданное приложение (рисунок 3.16) щелчком по кнопке запуска (рисунок 3.18). Выдается величина числа Маха на индикатор.

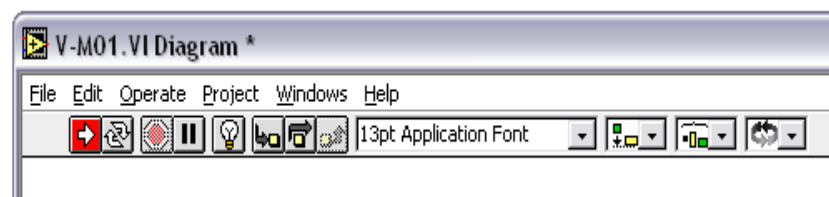


Рисунок 3.18 - Запуск созданного приложения

15. В правой верхней части лицевой панели располагается квадратное поле, содержащее заготовку пиктограммы создаваемого ВП.

Переместив на это поле курсор мыши, и нажав правой кнопкой вызвать всплывающее меню и выбрать пункт “Edit Icon” (рисунок 3.19)

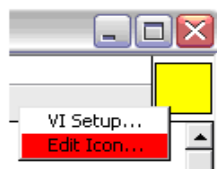


Рисунок 3.19 - Выбор опции “Edit Icon”

(«Редактировать пиктограмму»). На экране появится окно графического редактора, содержащее увеличенное изображение пиктограммы (рисунок 3.20). Далее можно нарисовать свой собственный вариант пиктограммы, после чего необходимо нажать кнопку “OK”.

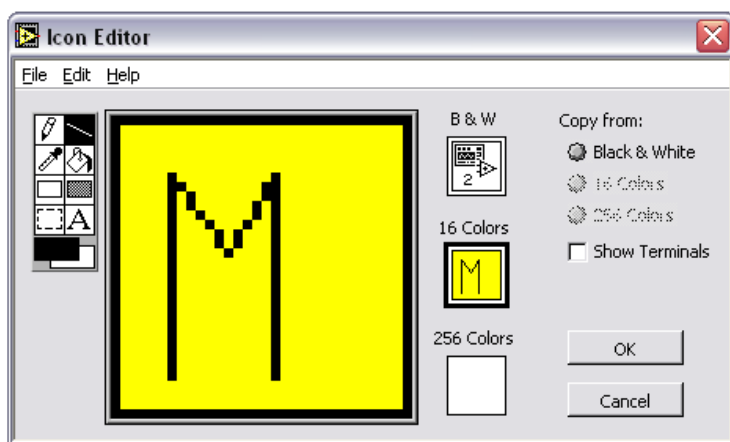


Рисунок 3.20 - Увеличенное изображение пиктограммы

16. Чтобы построенный ВП смогли использовать в качестве субВП, надо описать входные и выходные параметры построенного субВП.

Для этого необходимо переместить на это поле курсор мыши, нажатием правой кнопки вызвать всплывающее меню и выбрать пункт “Show Connector” («Показать соединитель»). Курсор мыши автоматически переключится в режим инструмента связывания (в режим «Катушки»), а поле пиктограммы очистится. Правой кнопкой вызвать в этом поле всплывающее меню и выбрать пункт “Pattern” («Образцы»). На экране появится палитра, содержащая образцы или заготовки для различных вариантов взаимного расположения и для различных количеств входных и выходных параметров субВП (рисунок 3.21)

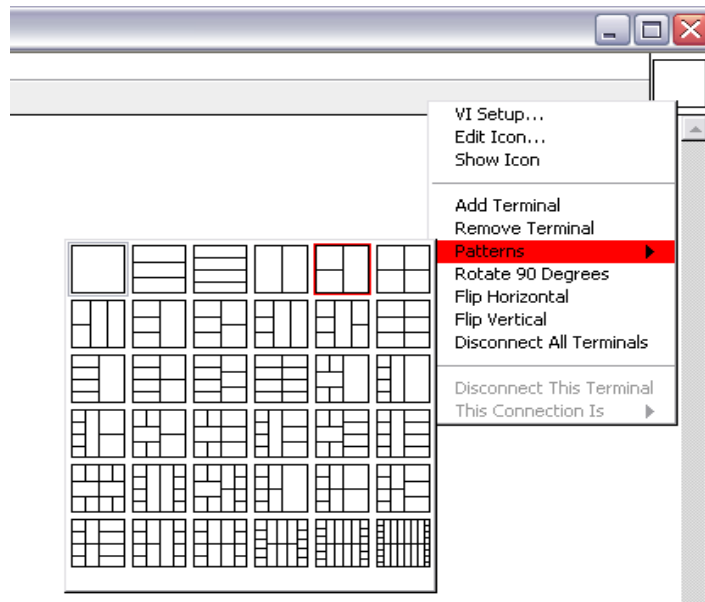



Рисунок 3.21 - Палитра, содержащая образцы или заготовки для различных вариантов взаимного расположения и для различных входных и выходных параметров субВП

Выбрать образец, соответствующий двум входным и одному выходному параметру



и щелчком на нем курсором «Катушки». Выбранный образец переместится в пустое поле. Поочередно щелкнуть курсором «катушки» по объектам лицевой панели и по различным секциям образца. Секции образца, для которых уже установлено соответствие, окрашиваются в серый цвет. 

17. Сохранить созданный субВП, используя “Save” As...” («Сохранить как...») из меню “File” «Файл». Записать имя ВП и расширение .VI – (V-M.VI) (рисунок 3.22).

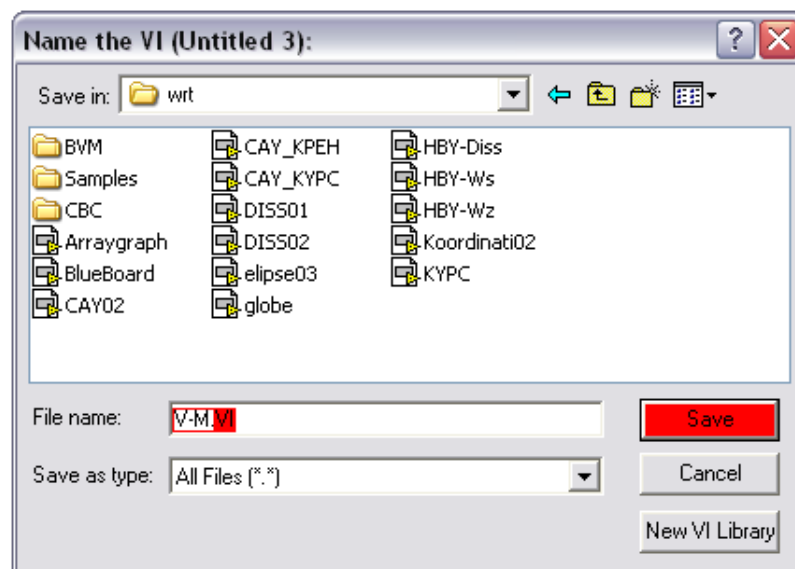


Рисунок 3.22 - Записать имя ВП и расширение .VI

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. LabVIEW/Вводный курс. Перевод И. В. Тиме. – М.: “ПриборКомплект”, 2003.-41 с.
2. Суранов А. Я. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. – М.: ДМК Пресс, 2007.-536 с.