DR. BOB DAVIDOV

Система термостатирования на базе интерфейса LabView

Цель работы: Освоить приемы построения системы управления в среде LabView.

Задача работы: Построить действующую систему термостатирования с контуром релейного управления и каналом наблюдения за влажностью на базе интерфейса Lcard E14-440 и среды проектирования виртуальных приборов LabView.

Приборы и принадлежности: LabView, USB устройство ввода/вывода E14-440, Датчик температуры; Твердотельное реле 10A/240V; Нагревательный элемент от 60 до 2000 Вт. Персональный компьютер.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Перечень тем:

- Структурная схема системы термостатирования
- Внешние компоненты системы термостатирования
- Структура модулей библиотеки lview.llb модуля E14-440 для взаимодействия с портами в асинхронном режиме и управления режимами отображения данных на виртуальном осциллографе.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ

Взаимодействие среды разработки LabView с USB модулем ввода –вывода через S-функцию поясняется на примере реальной системы термостатирования включающей виртуальные (программные) модули, аппаратные средства и физические компоненты системы. Структурная схема примера системы термостатирования показана на Рис. 1. Ее виртуальный прибор (модель LabView) включает задатчик температуры, фильтр, компаратор. Физические компоненты – это USB модуль ввода вывода E14-440, твердотельное реле PF240D25, лампа накаливания, датчик температуры LM 335 и датчик влажности Honeywell HIH4010. Связь компьютерной модели с внешними физическими устройствами выполнена через виртуальные приборы *.vi библиотеки lview.llb модуля E14-440.

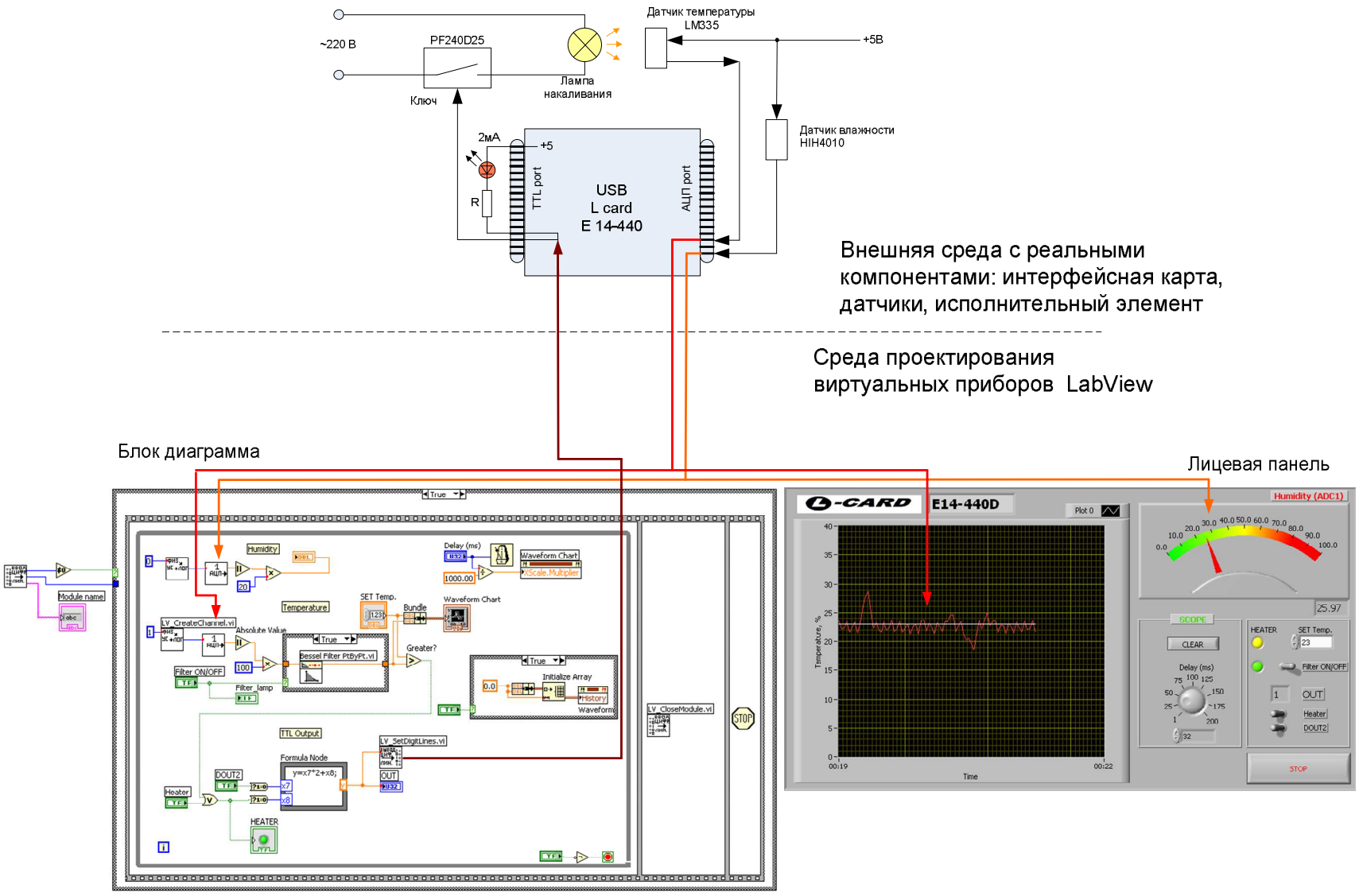


Рис. 1. Структурная схема системы термостатирования

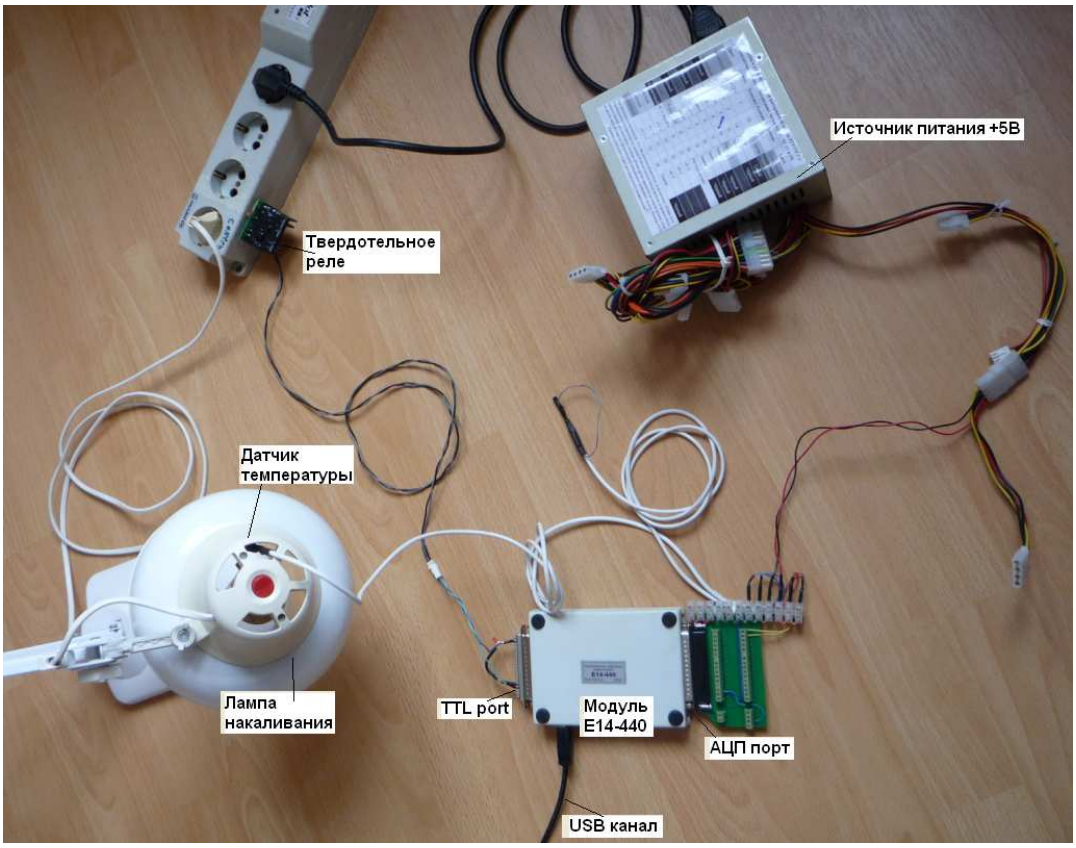


Рис. 2. Физические компоненты системы термостатирования.

ВНЕШНИЕ КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ

Модуль E14-440 (Рис 3) является универсальным программно-аппаратным устройством для использования со стандартной последовательной шиной USB и предназначен для построения многоканальных измерительных систем ввода, вывода и обработки аналоговой и цифровой информации в составе персональных IBM-совместимых компьютеров. Модуль *E14-440* внесен в **Государственный реестр средств измерений**.

Рис. 3.Внешний вид модуля E14-440.

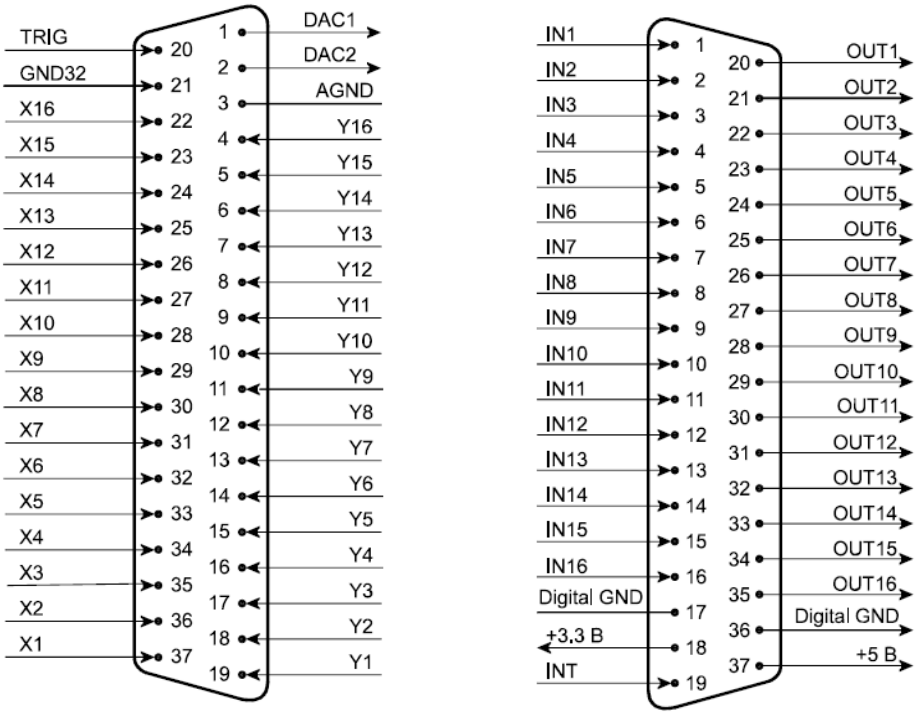


Рис. 4.Внешние разъемы модуля E14-440 (аналоговый – слева, цифровой - справа).

Табл. 0-1. Цифровой разъём DRB-37F модуля E14-440

Сигнал	Общая точка	Направление	Назначение
IN<1...16>	Digital GND	Вход	16ти битный цифровой вход: **IN1** – младший бит (0ой бит), **IN16** – старший бит (15ый бит).
OUT<1...16>	Digital GND	Выход	16ти битный цифровой выход: **OUT1** – младший бит (0ой бит), **OUT16** – старший бит (15ый бит).
Digital GND	---	---	Цифровая земля.
+5 В	Digital GND	Выход	Выход нестабилизированного напряжения +5 В для питания внешних цепей (берётся прямо с **USB** кабе-ля). Не более 40 мА.
+3.3 В	Digital GND	Выход	Выход стабилизированного напряжения +3.3 В для питания внешних цепей. Не более 10 мА.
INT	Digital GND	Вход	– Вход внешней цифровой синхронизации сигнала; - Совместим с выходным лог. уровнем TTL/CMOS элементов с напряжением питания +5 В.

Датчик температуры LM35:

Напряжение питания:	4 .. 30 В
Рабочий диапазон:	-55 .. + 150 ^{o}C
Точность:	0.5 ^{o}C (при 25^{o}C)
Нелинейность:	+/- 0.25^{o}C
Коэффициент преобразования:	+ 10 мВ/^{o}C
Саморазогрев на воздухе:	0.08^{o}C
Выходное сопротивление:	0.1 Ом при токе нагрузки 1 мА

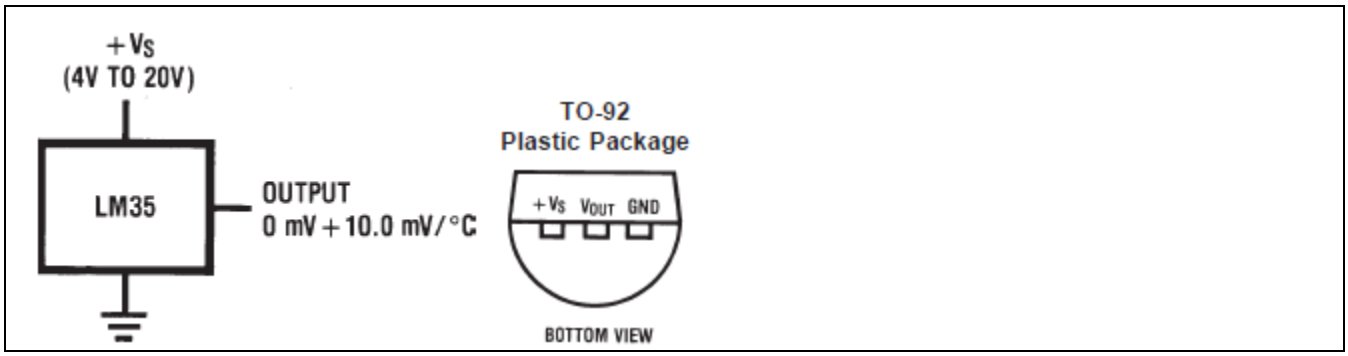


Рис. 5. Спецификация датчика температуры LM35.

Датчик относительной влажности HIH 4010:

Напряжение питания:	5 В (не более 5.8В)
Рабочий диапазон:	0 .. 100 %
Точность:	+/-3.5 %
Время отклика (в медленно движущемся воздухе):	15 сек
Коэффициент преобразования:	Vout=Vsupply (0.0062 (sensor RH)+0.16)
Ток потребления:	0.5 мА
Диапазон рабочих температур:	-40..+80 C

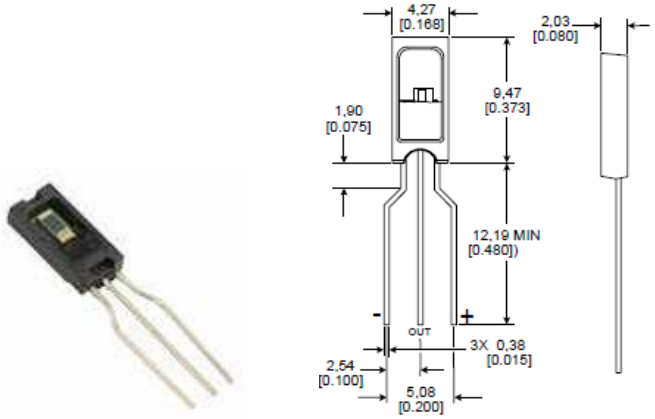
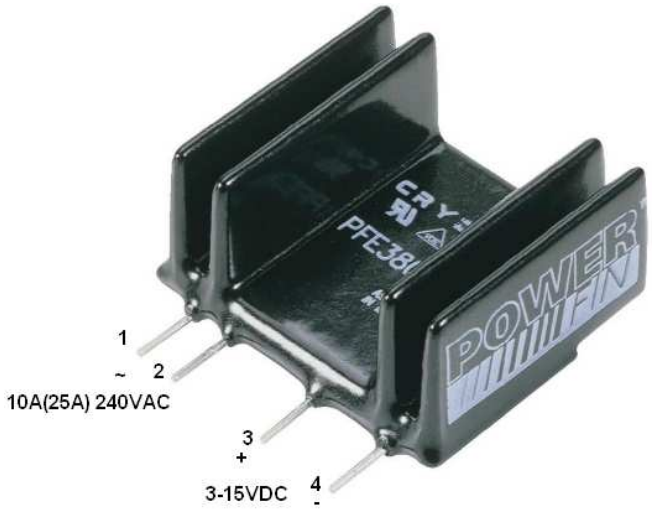


Рис. 6. Спецификация датчика относительной влажности HIH 4010.

Твердотельное реле PF240D25

Напряжение нагрузки:	12 .. 280 VAC
Ток нагрузки:	<=10A, до 25 А (при охлаждении сильным потоком воздуха)
Максимальное время включения:	10 мс (AC цикл), 1/2 DC цикла
Входное напряжение:	3 .. 15 VDC
Максимальное напряжение включения:	3 VDC
Минимальное напряжение выключения:	1 VDC
Номинальное входное сопротивление:	300 Ом
Входной ток при номинальном напряжении:	15 мА DC



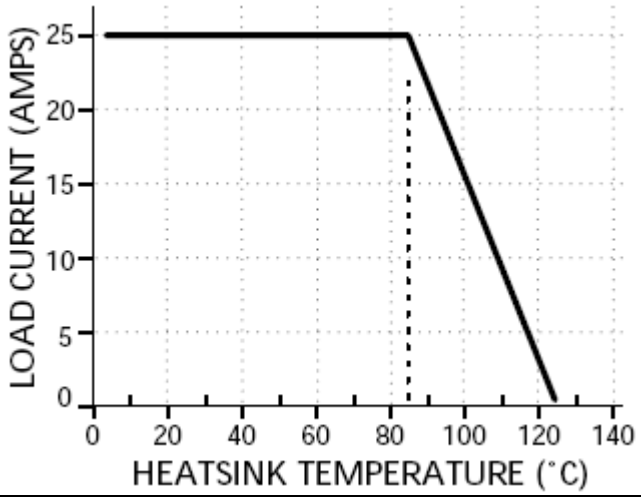


Рис. 7. Спецификация твердотельного реле PF240D25.

СТРУКТУРА МОДУЛЕЙ БИБЛИОТЕКИ LVIEW.LLB МОДУЛЯ E14-440 ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОРТАМИ В АСИНХРОННОМ РЕЖИМЕ И УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ НА ВИРТУАЛЬНОМ ОСЦИЛЛОГРАФЕ.

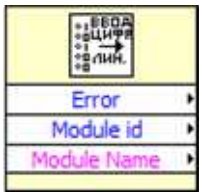
Для работы в среде LabView с модулем E14-440 фирмой Л-Кард разработана библиотека виртуальных приборов (файл lview.llb) и примеры, входящие в состав библиотеки. Примеры позволяют оценить все основные возможности модуля.

- Асинхронное чтение данных АЦП,
- Синхронное чтение данных АЦП,
- Работу с дискретными входами/выходами.

Библиотека виртуальных приборов “lview.llb” использует промежуточную DLL библиотеку “lview.dll”, написанную на языке Borland C 5/04. Исходные тексты этой DLL входят в комплект поставки модуля, поэтому при желании, пользователь может легко изменять или добавлять новые виртуальные приборы по образцу и подобию.

Для работы в среде LabView достаточно установить драйвер LCOMP и можно сразу загружать примеры, которые также находятся в файле “lview.llb”.

Виртуальные приборы (ВП) общего назначения



LV_OpenModule.vi

Данный прибор устанавливает связь с первым найденным модулем. Его следует вызывать один раз перед использованием остальных виртуальных приборов

• Error - при успешной инициализации возвращает единицу, при ошибке, например, если модуль не найден, возвращает ноль;
• ModuleId – идентификатор модуля. Для модуля E14-440 равен 2;
• ModuleName – строка содержащая имя модуля и его ревизию.

LV_CloseModule.vi

Данный прибор следует вызывать после завершения работы для освобождения интерфейса связи с модулем.

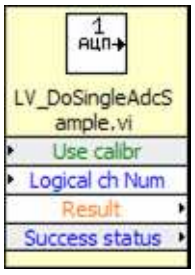
LV_CreateChannel.vi

Создает номер канала АЦП, в который входит как номер канала, так и диапазон.

• Diff mode – режим подключения (0 – дифференциальное; 1 - 32-канальный режим с общей землей).
• Gain – идентификатор диапазона измерения (см описание на плату). По умолчанию выбран максимальный диапазон измерения;
• Channel - число от 0 до 31 (0 соответствует первому каналу АЦП);
• Logical channel - параметр, который может быть использован в

Виртуальные приборы реализующие асинхронные функции ввода - вывода

Внимание: Асинхронные функции выполняются относительно медленно, поэтому не следует вызывать их чаще 100-200 раз в секунду. В том случае, если необходимо вводить данные с аналоговых входов модуля с четко установленной частотой дискретизации, следует пользоваться приборами, реализующими синхронный ввод данных.



LV_DoSingleAdcSample.vi

Выполняет асинхронный ввод данных с указанного канала АЦП.

• Use calibr - значение TRUE включает использование встроенных калибровочных коэффициентов (при этом существенно возрастает точность измерений). По умолчанию параметр установлен TRUE.
• Logical ch num - номер канала АЦП, в номере канала АЦП передается также диапазон измерения (например в модуле E14-140 есть четыре диапазона измерения АЦП), подробнее см. формат номера канала АЦП в руководстве программиста соответствующего модуля;
• Result - результат аналого-цифрового преобразования в вольтах;
• Success status - при успешном выполнении возвращается единица, в противном случае - ноль.

LV_GetDigitLines.vi

Асинхронный опрос 16-ти входных цифровых линий.

• Error - при успешном выполнении прибора возвращается единица, в противном случае - ноль.
• Code - младшие 16 бит содержат значения 16-ти входных цифровых линий.

LV_SetDigitLines.vi

Асинхронное управление 16-ю выходными цифровыми линиями.

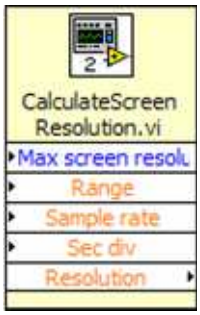
• Code - младшие 16-ть бит задают значения, которые будут установлены на 16-ть выходных цифровых линиях.
• Error - при успешном выполнении прибора возвращается единица, в противном случае - ноль.

Вспомогательные виртуальные приборы

ProcessAdcPoint.vi

ВП осуществляет преобразование кода АЦП в физическую величину с возможностью использования калибровочных коэффициентов, находящихся в энергонезависимой памяти.

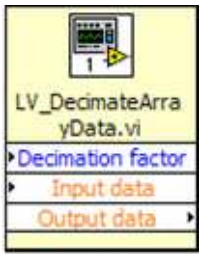
• Use calibr - значение TRUE включает использование калибровочных коэффициентов;
• Channel num - логический номер канала АЦП (должен содержать в себе информацию и диапазоне измерения, на котором было осуществлено аналого-цифровое преобразование);
• Data - введенный код АЦП;
• Transform to volt - значение TRUE включает режим преобразования в вольты.
• Result - результат выполнения ВП, содержащий преобразованное значение;
• Success status - при успешном выполнении прибора возвращается единица, в противном случае - ноль.



CalculateScreenResolution.vi

Определяет разрешение экрана, т.е. количество точек исходного сигнала, которые могут отобразиться на экране.

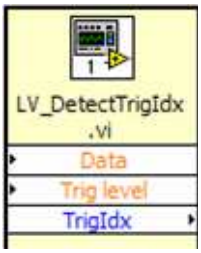
- Max screen resolution – максимальное разрешение экрана;
- Range – диапазон по шкале времени (количество клеток);
- Sec div – цена деления клетки по шкале времени, сек.
- Resolution – значение разрешения экрана, например,100.



LV_DecimateArrayData.vi

Прореживает массив в заданное количество раз. Используется для работы развертки сигнала по шкале времени.

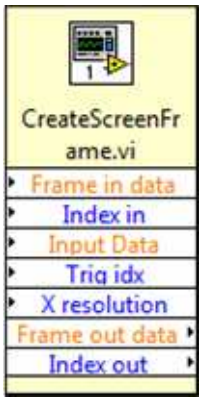
- Decimation factor – коэффициент прореживания;
- Input data – исходные данные.
- Output data – полученный массив.



LV_DetectTrigIdx.vi

В массиве исходного сигнала определяет индекс элемента удовлетворяющего условию срабатывания триггера.

- Data – массив данных сигнала;
- Trig level – уровень срабатывания триггера.
- Trig idx – индекс элемента удовлетворяющего условию срабатывания триггера.



CreateScreenFrame.vi

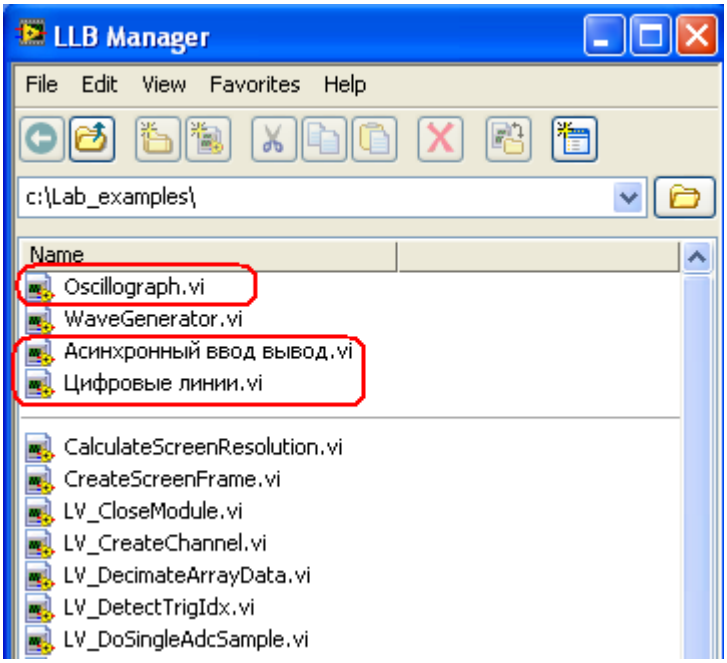
Формирование образа экрана и обеспечение стабилизации сигнала по триггеру.

- Frame in data – входные данные;
- Index in – количество данных в буфере экрана до вызова функции;
- Trig idx – индекс элемента удовлетворяющего условию срабатывания триггера;
- X resolution – разрешение по шкале времени.
- Frame out data – сформированный образ экрана;
- Index out – количество данных в буфере экрана после вызова функции.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Построение системы термостатирования.

1. Подключите интерфейсный модуль E14-440 к компьютеру.
2. Установите драйвер модуля.
3. Откройте библиотеку модуля lview.llb



4. Рассмотрите работу библиотечных примеров виртуальных приборов: “Oscillograph.vi”, “Асинхронный ввод вывод.vi” и “Цифровые линии.vi”

Примечание: Правила работы в среде LabView рассмотрены в лабораторной работе 06.05 “Среда разработки и выполнения программ LabView”.

5. Используя примеры “Асинхронный ввод вывод.vi”, “Цифровые линии.vi” и следующие диаграммы соберите систему термостатирования релейного типа с каналом измерения влажности.

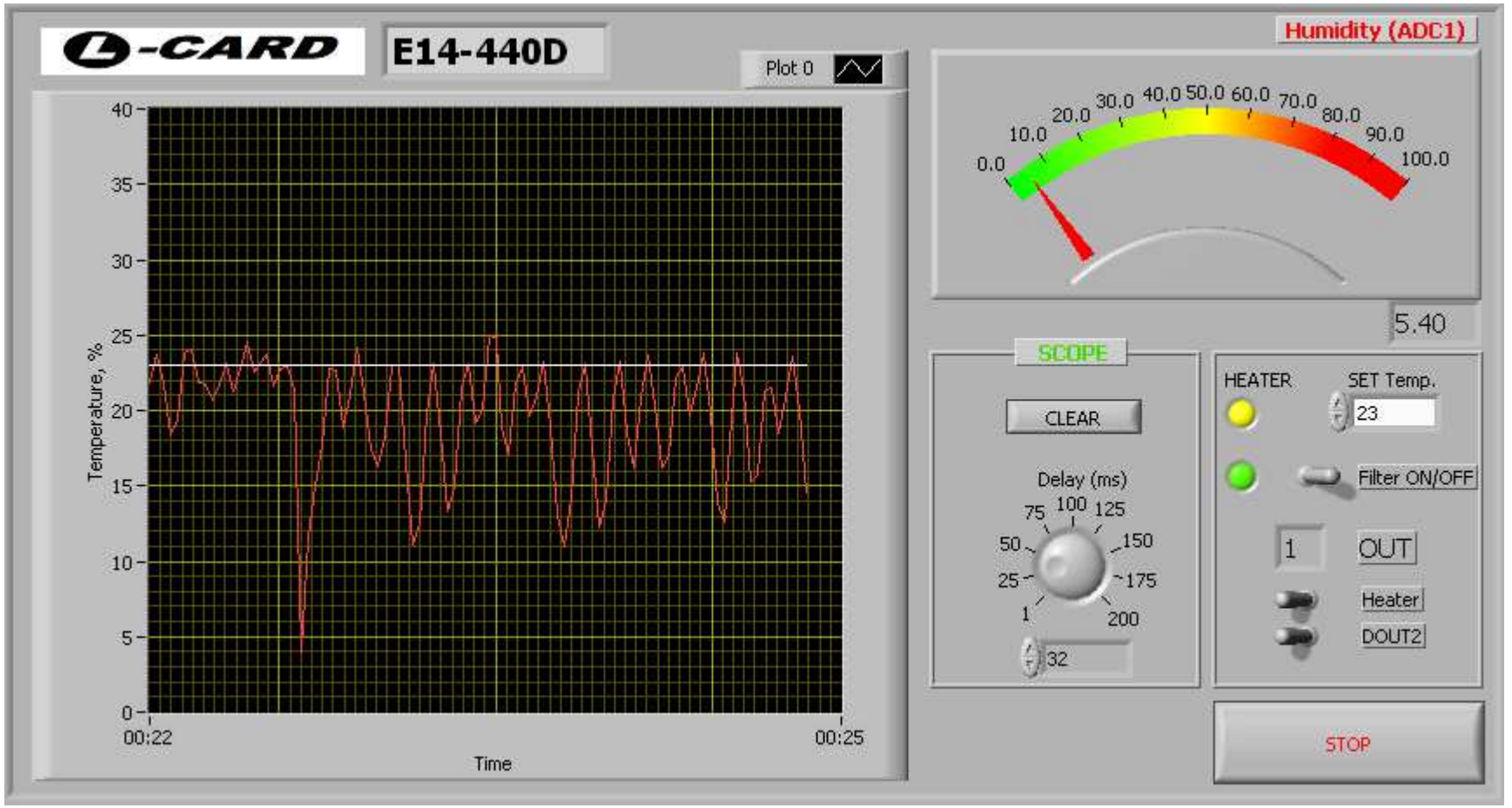


Рис. 8. Пример виртуального прибора системы термостатирования

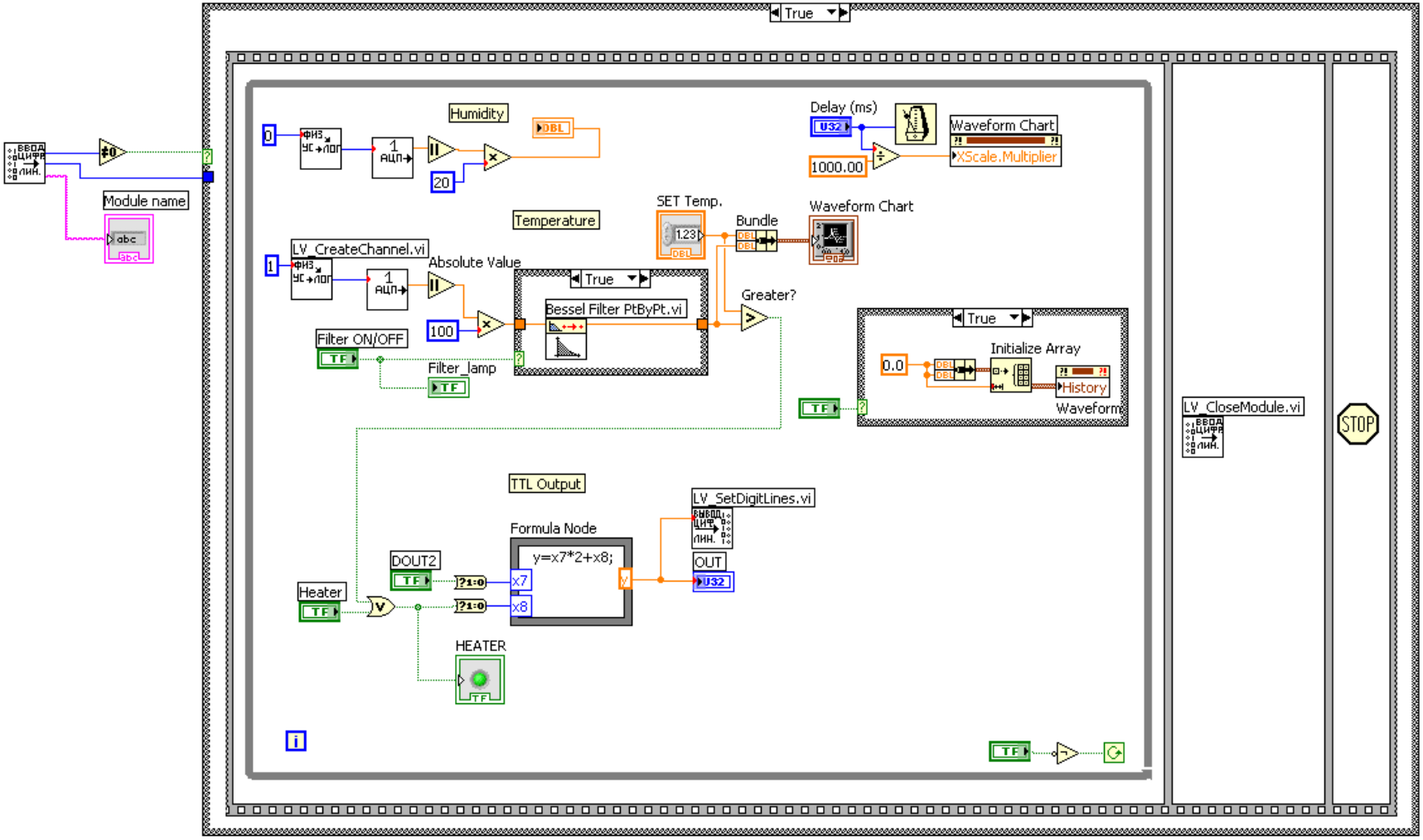
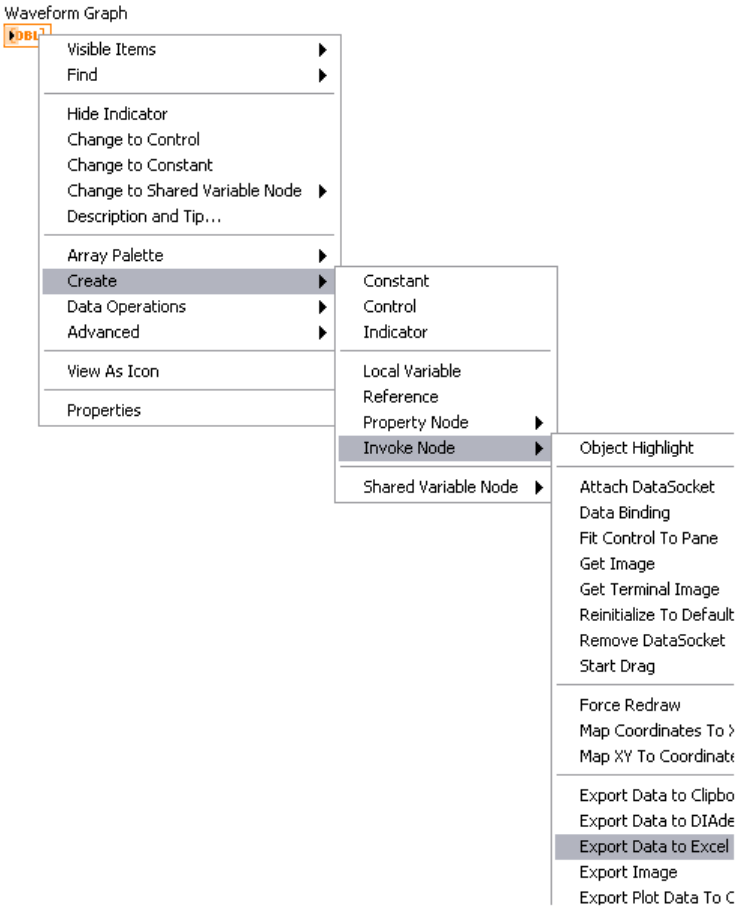


Рис. 9. Пример блок схемы виртуального прибора системы термостатирования

6. Обеспечьте работоспособность системы термостатирования в реальном времени.
7. Снимите рабочие характеристики: переходный процесс, точность поддержания температуры, период и амплитуду автоколебаний температуры, качество фильтрации температурных данных,
8. Найдите пути увеличения точности поддержания температуры. Поверьте свои гипотезы.

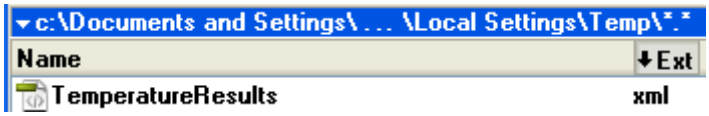
Задание 2. Запись результатов термостатирования в XML файл.

1. Добавьте в систему термостатирования блок записи данных “Waveform Chart” Для этого щелкните правой кнопкой мыши по блоку модели “Waveform Chart” и далее



2. Установите блок записи вне поля “While Loop”, например, во втором поле структуры “Flat Sequency Structure”, там где находится модуль LV_CloseModule.vi.

3. Убедитесь, что данные записываются в файл XML, находящейся в скрытом (hidden) каталоге пользователя Local Settings.



4. Установите кнопку на виртуальном приборе, которая дает разрешение на запись.
5. Проверьте работу кнопки (блокирование/разрешение) записи в файл.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначена среда LabView?
2. Почему асинхронный режим чтения данных через интерфейсный модуль работает почти в 1000 раз медленнее, чем режим синхронного (потокового) чтения данных?
3. Подходит ли режим синхронного чтения данных для построения обратной связи контура управления? Почему?
4. Сравните LabView и MatLAB.
5. Можно ли использовать LabView для расчета систем управления.
6. От чего зависит точность поддержания температуры лабораторной системы термостатирования?
7. Что определяет частоту автоколебаний системы термостатирования?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Работа с модулями фирмы L-CARD в среде LabView. Инструкция по применению. ЗАО Л-Кард. Современные средства измерения и контроля. www.lcard.ru
2. Устройства для мобильных систем, E14-440, Внешний модуль АЦП/ЦАП/ТТЛ на шину USB 1.1, Руководство пользователя, Москва. Май 2008 г.
3. Dr. Bob Davidov. Компьютерные технологии управления в технических системах http://portalnp.ru/author/bobdavidov.